

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011600

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F28D15/02, 1/047, F25D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F28D15/02, F28D1/047, F25D11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02/16836 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 28 February, 2002 (28.02.02), Page 11, line 15 to page 3, line 26; Fig. 5 & EP 1312875 A1 & JP 14-221384 A	1-14
Y	JP 2002-168547 A (Global Cooling B.V.), 14 June, 2002 (14.06.02), Par. Nos. [0022] to [0024]; Fig. 1 & US 2002/75652 A1	1-8
Y	JP 2001-91173 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 06 April, 2001 (06.04.01), Par. No. [0040]; Fig. 5 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 November, 2004 (09.11.04)

Date of mailing of the international search report
30 November, 2004 (22.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011600

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 104207/1982 (Laid-open No. 7363/1984) (Mitsubishi Electric Corp.), 18 January, 1984 (18.01.84), Page 1, line 20 to page 2, line 15; Fig. 1 (Family: none)	5-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 176902/1985 (Laid-open No. 88176/1987) (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 05 June, 1987 (05.06.87), Page 3, line 16 to page 5, line 2; Figs. 1 to 2 (Family: none)	9,10
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 87407/1985 (Laid-open No. 204177/1986) (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 23 December, 1986 (23.12.86), Page 4, line 7 to page 5, line 2; Fig. 1 (Family: none)	11-14
Y	JP 62-87788 A (Fujikura Densen Kabushiki Kaisha), 22 April, 1987 (22.04.87), Page 2, lower right column, line 12 to page 3, upper left column, line 12; Fig. 1 (Family: none)	14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F28D15/02, 1/047, F25D11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ F28D15/02, F28D1/047, F25D11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 02/16836 A1 (SHARP KABUSHIKI KAISYA) 2002. 02. 28, 第11頁第15行-第1 3頁第26行, 第5図 & EP 1312875 A1 & JP 14-221384 A	1-14
Y	JP 2002-168547 A (グローバル クーリング ピ ー ヴィ) 2002. 06. 14, 段落【0022】-【002 4】, 第1図 & US 2002/75652 A1	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 11. 2004

国際調査報告の発送日

30.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

谷口 耕之助

3M

3332

電話番号 03-3581-1101 内線 3376

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-91173 A (三洋電機株式会社) 2001.04.06, 段落【0040】, 第5図 (ファミリーなし)	1-8
Y	日本国実用新案登録出願57-104207号 (日本国実用新案登録出願公開59-7363号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 1984.01.18, 第1頁第20行-第2頁第15行, 第1図 (ファミリーなし)	5-8
Y	日本国実用新案登録出願60-176902号 (日本国実用新案登録出願公開62-88176号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (石川島播磨重工業株式会社) 1987.06.05, 第3頁第16行-第5頁第2行, 第1-2図 (ファミリーなし)	9, 10
Y	日本国実用新案登録出願60-87407号 (日本国実用新案登録出願公開61-204177号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (古河電気工業株式会社) 1986.12.23, 第4頁第7行-第5頁第2行, 第1図 (ファミリーなし)	11-14
Y	JP 62-87788 A (藤倉電線株式会社) 1987.04.22, 第2頁右下欄第12行-第3頁左上欄第12行, 第1図 (ファミリーなし)	14

明 細 書

ループ型サーモサイフォン、スターリング冷却庫ならびに冷却装置

技術分野

- [0001] 本発明は、ループ型サーモサイフォンおよびそのループ型サーモサイフォンを搭載したスターリング冷却庫ならびにスターリング冷凍機を備えた冷却装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 熱源にて発生する熱を放熱する放熱システムとして、ヒートシンクやヒートパイプ、サーモサイフォン等を用いた放熱システムが知られている。ヒートシンクを用いた放熱システムにあつては、熱源に取り付けたヒートシンクに顕著な温度分布が生じるため、熱源から離れれば離れるほど放熱に寄与しなくなり、放熱性能の向上には自ずと限界がある。これに対し、ヒートパイプやサーモサイフォンを用いた放熱システムでは、熱源にて生じた熱を作動流体を用いて伝達するため、熱搬送能力がヒートシンクに比べて非常に高く、放熱性能を高く維持することが可能になる。
- [0003] ヒートパイプは、閉回路内に配設されたウィック毛管力を用いて作動流体を循環させる毛管力駆動型熱輸送デバイスである。これに対しサーモサイフォンは、作動流体が蒸発および凝縮することによって生じる作動流体の密度差を利用した重力駆動型熱輸送デバイスである。なお、ループ型サーモサイフォンとは、ループ状に構成された閉回路内を作動流体が循環するように構成されたサーモサイフォンである。
- [0004] まず、第1従来例として、一般的なループ型サーモサイフォンについて説明する。図17Aおよび図17Bは、第1従来例におけるループ型サーモサイフォンの構造を示す模式図であり、このうち、図17Aはループ型サーモサイフォンを正面から見た図であり、図17Bは側方から見た図である。
- [0005] 図17Aおよび図17Bに示すように、ループ型サーモサイフォン100Iは、熱源から熱を奪う蒸発器110と、熱を外部へ放出する凝縮器130Iとを備えている。蒸発器110と凝縮器130Iは、送り管120および戻り管140によって接続されており、これら蒸発器110、送り管120、凝縮器130Iおよび戻り管140によって閉回路が構成されてい

る。なお、凝縮器130Iは、蒸発器110よりも高い位置に設けられている。

- [0006] 蒸発器110内において熱源から熱を奪って蒸発した作動流体は、蒸発器110と凝縮器130Iとの蒸気圧力差によって重力に抗して上昇し、送り管120を通して凝縮器130Iに導入される。凝縮器130I内で冷却され凝縮した作動流体は、重力によって落下し、戻り管140を通して蒸発器110に導入される。以上のような相変化を伴う作動流体の対流作用により、熱源にて生じた熱を外部へと放熱することが可能になる。
- [0007] このような構成のループ型サーモサイフォンを備えたスターリング冷却庫を開示した文献として、たとえば特開2003-50073号公報(特許文献1)や特開2001-33139号公報(特許文献2)、特開2003-302117号公報(特許文献3)等がある。
- [0008] 次に、第2従来例として、上記特許文献3に記載された従来のスターリング冷凍機を備えた冷却装置についてより詳細に説明する。図20は、第2従来例における冷却装置の概略構成を示す側面図である。この冷却装置50は、スターリング冷凍機1にて発生する冷熱を取り出す低温側冷熱搬送サイクル5および温熱を外部に放出する高温側熱搬送サイクル4を備えたものである。スターリング冷凍機1は、内部に封入された作動媒体(例えばヘリウム)の膨張過程で吸熱して冷熱を発生する低温部3と、作動媒体の膨張過程で温熱を発生する高温部2とを有する。
- [0009] 低温側冷熱搬送サイクル5は、概略的には、低温部3の周囲に接触して取り付けられた低温側凝縮器12と、凝縮液側冷媒配管13および蒸気側冷媒配管14により低温側凝縮器12と繋がれた低温側蒸発器15とから構成された循環回路である。この回路内には二酸化炭素や炭化水素等が冷媒として封入され循環回路内でサーモサイフォンを形成する。低温側蒸発器15には、熱交換面積を拡大するための複数の平板フィン16が取り付けられている。また、冷媒の蒸発と凝縮による自然循環が利用できるように、低温側蒸発器15を低温側凝縮器12より低い位置に設置している。そして、低温側蒸発器15の下方にはドレン皿17が設けられており、低温側蒸発器15の表面で結露して落下するドレン水を受けて貯留するようにしている。
- [0010] 一方、高温側熱搬送サイクル4は、水や炭化水素等の自然冷媒を用いたサーモサイフォンから成り、概略的には、スターリング冷凍機1の高温部2に取り付けられた高温側蒸発器6と、高温側蒸発器6より高い位置に配置され自然冷媒を凝縮する高温

側凝縮器8と、高温側蒸発器6と高温側凝縮器8とを連結して冷媒を循環させる蒸気側冷媒配管7と凝縮液側冷媒配管11とから構成された循環回路である。この回路内には水(水溶液を含む)や炭化水素等の自然冷媒が冷媒として封入されている。このように、水(水溶液を含む)や炭化水素を冷媒として使うことによって、環境や人体への悪影響をなくすることができる。なお、冷媒の蒸発と凝縮による自然循環を円滑にするため、凝縮液側冷媒配管11を高温側蒸発器6の最上端に連結している。高温側凝縮器8には、熱交換面積を拡大するために複数の平板フィン18が取り付けられている。そして、高温側凝縮器8の後方には一対の放熱ファン19が設けられており、放熱ファン19により熱を外部に排出している。

[0011] 図21は、第2従来例における冷却装置における高温側熱搬送サイクルの具体的な構造を示す斜視図である。この図を参照して高温側熱搬送サイクル4の構成を更に詳細に説明する。高温側蒸発器6は全体として環体をなすが、スターリング冷凍機1の高温部2への取り付けの利便性を考慮して、2つの半環体6A、6Bを直径方向で合体する構造が採用されている。各半環体6A、6Bの円弧の両端に相当する面は、閉塞されている。半環体6A、6Bは、高温部2の周囲に対して鉛直方向の上下で合体され、双方の下端部でU字状の連通管6Cにより連通接続される。半環体6A、6B内部の冷媒凝縮液は、連通管6Cを介して互いに行き来し、混合される。

[0012] 蒸気側冷媒配管7は、高温側蒸発器6の各半環体6A、6Bに接続される2本の縦管7A、7Bと、双方の縦管7A、7Bに接続される横管7C(「ヘッダー管」ともいう。)とから構成されている。縦管7A、7Bは、各半環体6A、6Bの外周面上端部と、横管7Cの最下部とを鉛直方向に連結している。横管7Cは、長手方向の両端面が閉塞され、スターリング冷凍機1の軸に直交する方向、かつ、水平方向に配置される。

[0013] 凝縮液側冷媒配管11も、蒸気側冷媒配管7と同様の構成であるが、サーモサイフォンを構成するべく、蒸気側冷媒配管7の横管7Cは、凝縮液側冷媒配管11の横管11Cよりも高い位置に配置され、さらにそのサーモサイフォンを効率良く働かせるため、縦管、横管ともに、凝縮液側冷媒配管11よりも蒸気側冷媒配管7の方が相対的に大口径の管が使用されている。

[0014] 高温側凝縮器8は、横管7C、11Cの長手方向、すなわち水平方向に平行配置さ

れた6本の蛇管8A〜8Fで構成されている。各蛇管8A〜8Fの一端は横管7Cに接続されるとともに、他端は横管11Cに接続されていて、蛇管全体で双方の横管7C, 11C間をその長手方向で均等に連結している。また、複数の平板フィン18は、蛇管8A〜8Fの直線部分に平行に配設されており、その直線部分と熱的に結合されている。

[0015] 次に、高温側熱搬送サイクル4の動作について説明する。高温部2に発生した熱は、高温部2の周囲から高温側蒸発器6に伝達され、その半環体6A, 6B内に溜まっている冷媒を蒸発させる。蒸発した冷媒蒸気は、それぞれ蒸気側冷媒配管7の縦管7A, 7B内を上昇して、横管7C内で合流した後、6つの蛇管8A〜8Fへ分岐して流れる。これにより、冷媒蒸気は、高温側蒸発器6より高い位置に設置された高温側凝縮器8内を流通し、平板フィン18を介して環境雰囲気と熱交換して凝縮され、冷媒凝縮液となる。

[0016] その冷媒凝縮液(又は、気体を混合した冷媒凝縮液)は、凝縮液側冷媒配管11の横管11C内で合流し、さらに縦管11A, 11Bへ分岐して流下し、高温側蒸発器6に戻され、再び高温部2の熱により蒸発される。このように、冷媒の蒸発・凝縮における潜熱を利用することによって、顕熱による熱交換よりはるかに大きい熱伝達量が得られるため、熱交換効率が大幅に高められる。さらに、上記のように、本発明では、高温側凝縮器8と高温側蒸発器6との上下配置による高度差と、気体と液体の比重差とによる圧力差によって、冷媒を循環させる駆動力が得られる。従って、ポンプなどの外部動力なしで冷媒を循環させることができるため、省エネが可能となる。

特許文献1:特開2003-50073号公報

特許文献2:特開2001-33139号公報

特許文献3:特開2003-302117号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0017] 上述の第1従来例におけるループ型サーモサイフォン100Iにおいては、凝縮器130Iは各種の配管と放熱フィンとを組合わせた組立体としてユニット化されて製作される場合が多い。具体的には、送り管120によって導入された作動流体を分流する送り

管側母管(送り管側ヘッダーパイプ)131と、分流された作動流体を再び合流させる戻り管側母管(戻り管側ヘッダーパイプ)132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続し、互いに並行するように配置された複数の並行管133(図18参照)と、これら複数の並行管133に接触するように組付けられた放熱フィン(図示せず)とからなる組立体として製作される。

[0018] 通常、図18に示すように、複数の並行管133の各々は、一方向に向かって直線状に延びる直進部134a〜134dを上下方向に複数段(図18に示す並行管においては4段)にわたって平行に積層し、積層されたこれら直進部134a〜134d同士を湾曲部135a〜135cによって接続した形状として製作される。すなわち、複数の並行管133の各々は、図18に示す如くの蛇行管として構成される。このように、複数の直進部134a〜134dが互いに平行に積層される理由は、主に組立て作業の容易性の観点からであり、また省スペースで最大限の伝熱面積を確保することができるようになる。

[0019] 以上の構成の組立体からなる凝縮器130Iは、図17に示すように、ループ型サーモサイフォン100Iを搭載した機器(たとえばスターリング冷却庫)の筐体300の底面301上に設置される。このとき、組立体からなる凝縮器130Iは、筐体300の底面301と平行となるように設置される。

[0020] 図18に示すように、ループ型サーモサイフォン100Iを搭載した機器の筐体300の底面301が、設置面である床面401に対して平行に設置された場合には、凝縮器130Iの並行管133の直進部134a〜134dも設置面である床面401に対して平行に配置されることになる。この場合には、凝縮器130Iの並行管133中で凝縮し液化した作動流体は、並行管133中をスムーズに流動し、戻り管側母管132および戻り管140を介して蒸発器110へと送り出される。なお、図18においては、作動流体の流動方向を矢印500で表わしている。

[0021] このように、床面に対して筐体の底面が平行となるように機器が設置されている場合には特に問題は生じない。ところが、水平な床面に対して筐体の底面が傾斜して設置された場合や、床面自体が傾斜しており、この傾斜した床面と平行に筐体が設置された場合等においては、ループ型サーモサイフォンも水平面に対して傾斜して設置されることになり、作動流体の流動に大きな影響を与える場合がある。

- [0022] たとえば、図19に示すように、水平な床面401に対して機器の筐体300が角度 α_0 だけ傾斜して設置された場合を考える。この場合、凝縮器130Iの並行管133の直進部134a〜134dも機器の筐体300の底面301に対して平行に配置されているため、水平面から角度 α_0 だけ傾斜して配置されることになる。なお、図示する状態は、最下段における直進部134dの湾曲部135c寄りの端部が、戻り管側母管132寄りの端部よりも低い位置となるように、機器の筐体300が傾斜して設置された場合を示している。
- [0023] このような状態で凝縮器130Iが設置された場合には、凝縮器130Iの最下段の直進部134d中にて凝縮し液化した作動流体が重力によって逆流し、最下段に位置する直進部134dの湾曲部135c側に滞留することになる。この凝縮した作動流体502は、戻り管側母管132へ流入することがないため、機器の動作に伴って徐々に増加し、遂には並行管133を閉塞する状態にまで凝縮した作動流体502の液面503が上昇することになる。
- [0024] このような状態に至った場合には、並行管133の送り管側母管131側の圧力が相当程度上昇しない限り作動流体の流動が阻害されることになる。このため、作動流体の循環動作が予期せぬものとなり、熱源にて生じた熱を十分に放熱することができなくなる。この結果、ループ型サーモサイフオンの動作不良を引き起こし、最悪の場合にはループ型サーモサイフオンを搭載した機器本体の故障につながるおそれもある。
- [0025] このように、第1従来例におけるループ型サーモサイフオンにおいては、設置状態によって動作不良を引き起こす場合があり、この点が重大な問題となっていた。
- [0026] また、上述の第2従来例におけるスターリング冷凍機1を含む冷却装置50は、それ自体独立して組み立てられた後、図示しない冷蔵庫に搭載され、製品として出荷される。このとき、冷蔵庫を水平な場所に設置した時、横管7C、11Cが水平となるように、冷却装置50は組み込まれる。
- [0027] しかしながら、上述の第2従来例における冷却装置にあつては、このように組み込まれたとしても、ユーザーの下では、冷蔵庫の設置場所の水平性は確保しがたいし、現実には傾いた場所に冷蔵庫が置かれることはあり得ることである。この場合、図22に

示すように、システム全体が水平面より傾いた状態となり、凝縮液側冷媒配管11の横管11C内部には、重力方向において低くなる方の縦管(図22では11B)の上端より下方にある部分に冷媒凝縮液20が溜まり、冷媒循環量が減少して放熱効率が低下する。

[0028] そこで、本発明は、設置状態の如何を問わず動作不良を防止することが可能なループ型サーモサイフォンおよびこのループ型サーモサイフォンを備えたスターリング冷却庫を提供するものである。

[0029] また、本発明は、冷却装置が傾いても、スターリング冷凍機の高温側熱搬送サイクル内で冷媒を安定して循環させることができる冷却装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0030] 本発明の第1の局面に基づくループ型サーモサイフォンは、熱源を有する機器の筐体に搭載される(ここで、「搭載される」とは、ループ型サーモサイフォンの全体が筐体の内部に收容されている場合と、ループ型サーモサイフォンの一部が筐体の外部に露出して搭載された場合とを含むものとする。)ものであり、閉回路内に封入された作動流体を用いて熱源から熱を外部へ放熱するものである。上記閉回路は、蒸発器と、凝縮器と、送り管と、戻り管とによって構成される。蒸発器は、熱源から熱を奪い、作動流体を蒸発させる部位であり、凝縮器は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮させる部位である。送り管は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮器へ導入する部位であり、戻り管は、凝縮器にて凝縮した作動流体を蒸発器へ導入する部位である。凝縮器は、一方向に向かって延びる直進部が上下方向に複数段にわたって積層されかつ複数段にわたって積層された直進部同士が湾曲部によって接続されてなる蛇行管を有している。この蛇行管の直進部のうち最下段に位置する直進部が、戻り管側に向かうにつれて、上記筐体の底面との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている。

[0031] このように構成することにより、凝縮して液化した作動流体が蛇行管中に滞留するおそれが低くなるため、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良を低減することができるようになる。

- [0032] 本発明の第2の局面に基づくループ型サーモサイフォンは、熱源を有する機器の筐体に搭載されるものであり、閉回路内に封入された作動流体を用いて熱源から熱を外部へ放熱するものである。上記閉回路は、蒸発器と、凝縮器と、送り管と、戻り管とによって構成される。蒸発器は、熱源から熱を奪い、作動流体を蒸発させる部位であり、凝縮器は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮させる部位である。送り管は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮器へ導入する部位であり、戻り管は、凝縮器にて凝縮した作動流体を蒸発器へ導入する部位である。凝縮器は、送り管側母管と、戻り管側母管と、複数の並行管とを含む組立体からなる。送り管側母管は、上記送り管に接続されており、導入された作動流体を分流する部位である。戻り管側母管は、上記戻り管に接続されており、分流された作動流体を合流せしめる部位である。複数の並行管は、送り管側母管と戻り管側母管とを接続し、互いに並行するように配置されている。上記並行管の各々は、第1の方向に向かって延びる直進部が上下方向に複数段にわたって平行に積層されかつ複数段にわたって積層された直進部同士が湾曲部によって接続されてなる蛇行管によって構成されている。上記蛇行管の直進部のうち最下段に位置する直進部が、戻り管側母管側に向かうにつれて、筐体の底面との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、組立体からなる凝縮器の全体が、筐体の底面に対して傾斜して配置されている。
- [0033] このように構成とすることにより、蛇行管の直進部が上下方向に平行に積層されるように凝縮器をユニット化して製作した場合にも、凝縮して液化した作動流体が蛇行管中に滞留するおそれが低くなるため、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良を低減することができるようになる。
- [0034] 上記本発明の第2の局面に基づくループ型サーモサイフォンにあつては、傾斜して配置された組立体からなる凝縮器の筐体の底面に対する傾斜角が 0° より大きく 6° 以下であることが好ましい。
- [0035] このような条件を満たすように、凝縮器を予め傾斜させて配置することにより、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良を大幅に抑制することが可能になる。
- [0036] 上記本発明の第2の局面に基づくループ型サーモサイフォンにあつては、上記戻り

管側母管が第1の方向と交差する第2の方向に向かって延びており、上記戻り管が第2の方向に向かって延びる戻り管側母管の一方端近傍に接続されており、かつ上記戻り管側母管が上記一方端とは反対側に位置する他方端側から上記一方端側に向かうにつれて、筐体の底面との距離が減ずる方向に傾斜して配置されていることが好ましい。

[0037] このように構成することにより、凝縮して液化した作動流体が戻り管側母管中に滞留するおそれが低くなるため、設置状態に起因するループ型サーモサイフオンの動作不良を低減することができるようになる。

[0038] 本発明の第3の局面に基づくループ型サーモサイフオンは、熱源を有する機器の筐体に搭載されるものであり、閉回路内に封入された作動流体を用いて熱源から熱を外部へ放熱するものである。上記閉回路は、蒸発器と、凝縮器と、送り管と、戻り管とによって構成される。蒸発器は、熱源から熱を奪い、作動流体を蒸発させる部位であり、凝縮器は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮させる部位である。送り管は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮器へ導入する部位であり、戻り管は、凝縮器にて凝縮した作動流体を蒸発器へ導入する部位である。凝縮器は、送り管側母管と、戻り管側母管と、複数の並行管とを含む組立体からなる。送り管側母管は、上記送り管に接続されており、導入された作動流体を分流する部位である。戻り管側母管は、上記戻り管に接続されており、分流された作動流体を合流せしめる部位である。複数の並行管は、送り管側母管と戻り管側母管とを接続し、互いに並行するように配置されている。戻り管側母管は、一方向に向かって延びており、上記戻り管は、上記一方向に向かって延びる戻り管側母管の一方端近傍に接続されている。戻り管側母管は、上記一方端とは反対側に位置する他方端側から上記一方端側に向かうにつれて、上記筐体の底面との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている。

[0039] このように構成することにより、凝縮して液化した作動流体が戻り管側母管中に滞留するおそれが低くなるため、設置状態に起因するループ型サーモサイフオンの動作不良を低減することができるようになる。

[0040] 本発明の第4の局面に基づくループ型サーモサイフオンは、熱源を有する機器の筐体に搭載されるものであり、閉回路内に封入された作動流体を用いて熱源から熱

を外部へ放熱するものである。上記閉回路は、蒸発器と、凝縮器と、送り管と、戻り管とによって構成される。蒸発器は、熱源から熱を奪い、作動流体を蒸発させる部位であり、凝縮器は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮させる部位である。送り管は、蒸発器にて蒸発した作動流体を凝縮器へ導入する部位であり、戻り管は、凝縮器にて凝縮した作動流体を蒸発器へ導入する部位である。凝縮器は、送り管側母管と、戻り管側母管と、複数の直行管とを含む組立体からなる。送り管側母管は、上記送り管に接続されており、導入された作動流体を分流する部位である。戻り管側母管は、上記戻り管に接続されており、分流された作動流体を合流せしめる部位である。複数の直行管は、送り管側母管と戻り管側母管とを接続し、互いに並行するように配置されている。上記直行管の各々は、上記戻り管側母管側に向かうについて上記筐体の底面との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている。

- [0041] このように構成することにより、蛇行管ではなく直行管にて送り管側母管と戻り管側母管とが接続された凝縮器を採用した場合にも、作動流体が管中に対流することがなくなるため、設置状態に起因するループ型サーモサイフオンの動作不良を低減することができるようになる。
- [0042] 本発明に基づくスターリング冷却庫は、スターリング冷凍機を搭載したスターリング冷却庫である。スターリング冷凍機は、上述の本発明の第1ないし第4の局面に基づくループ型サーモサイフオンのうちのいずれかを備えており、このループ型サーモサイフオンの蒸発器が、スターリング冷凍機の高温部と熱交換するように構成されている。
- [0043] このようにな構成のスターリング冷却庫とすることにより、筐体の設置状態によって性能が左右されることのない高性能のスターリング冷却庫を提供することが可能になる。
- [0044] 本発明の第1の局面に基づく冷却装置は、スターリング冷凍機の低温部にて発生する冷熱を取り出す低温側冷熱搬送サイクルと、スターリング冷凍機の高温部にて発生する温熱を外部に放出する高温側熱搬送サイクルとを備えたものであって、上記高温側熱搬送サイクルは、スターリング冷凍機の高温部に取り付けられた高温側蒸発器と、該高温側蒸発器よりも高い位置に配置された高温側凝縮器とを備え、上記

高温側蒸発器と上記高温側凝縮器との間を蒸気側冷媒配管および凝縮液側冷媒配管で接続して冷媒循環回路を形成したものであり、上記凝縮液側冷媒配管は、上記高温側凝縮器が接続される両端閉塞の横管と、上記高温側蒸発器と上記横管とを鉛直方向に連結する一対の縦管とを備え、上記一対の縦管の一方および他方の上端をそれぞれ上記横管の一端部および他端部に接続したことを特徴とする。この構成によると、冷却装置が傾いても、高温側熱搬送サイクルの横管内に冷媒凝縮液が溜まることのない。

[0045] 上記本発明の第1の局面に基づく冷却装置にあつては、上記縦管の上端には横管が、下端には高温側蒸発器がそれぞれ接続されるが、その接続口の水平方向の位置は横管と高温側蒸発器とで必ずしも一致しない。そのため、上記縦管は下り勾配を有する傾斜部を備えることになる。なお、冷蔵庫の設置場所の傾きについては、一般的に、安全基準が 5° 以内とされているため、冷却装置水平時を基準とした上記縦管傾斜部の下り勾配を 5° 以上に設定することで、冷却装置が傾いても下り勾配を維持して、冷媒凝縮液の詰まりを防止することができる。

[0046] 本発明の第2の局面に基づく冷却装置は、スターリング冷凍機の低温部にて発生する冷熱を取り出す低温側冷熱搬送サイクルと、スターリング冷凍機の高温部にて発生する温熱を外部に放出する高温側熱搬送サイクルとを備えたものであつて、上記高温側熱搬送サイクルは、スターリング冷凍機の高温部に取り付けられた高温側蒸発器と、該高温側蒸発器よりも高い位置に配置された高温側凝縮器とを備え、上記高温側蒸発器と上記高温側凝縮器との間を蒸気側冷媒配管および凝縮液側冷媒配管で接続して冷媒循環回路を形成したものであり、上記凝縮液側冷媒配管は、上記高温側凝縮器が接続される両端閉塞の横管と、上記高温側蒸発器と上記横管とを鉛直方向に連結する一対の縦管とを備え、上記蒸気側冷媒配管は、上記高温側凝縮器が接続される両端閉塞の横管と、上記高温側蒸発器と上記横管とを鉛直方向に連結する一対の縦管とを備え、上記蒸気側冷媒配管の横管を上記凝縮液側冷媒配管の横管よりも高い位置に配置し、上記蒸気側冷媒配管の横管に、脱気用のチャージパイプを取り付けたことを特徴とする。このように高い位置にチャージパイプを取り付けることにより、真空引きの際の水の吸い込み防止と真空引きの効率向上が図

られる。

発明の効果

[0047] 上記本発明の第1ないし第4の局面に基づくループ型サーモサイフォンとすることにより、設置状態の如何を問わずループ型サーモサイフォンの動作不良を防止することが可能になる。また、上記本発明に基づくスターリング冷却庫とすることにより、筐体の設置状態によって性能が左右されることない高性能のスターリング冷却庫とすることができる。

[0048] また、上記本発明の第1および第2の局面に基づく冷却装置によると、スターリング冷凍機の駆動により高温部に発生する熱を搬送して、外部へ放熱させるためのサーモサイフォンを利用した高温側熱搬送サイクル中で、冷媒凝縮液を高温側蒸発器に自然流下させる経路となる凝縮液側冷媒配管を、高温側凝縮器の出口に設けられる両端閉塞の横管と、該横管および前記高温側蒸発器とを鉛直方向に連結する一対の縦管とで構成し、各縦管の上端を横管の一端部および他端部にそれぞれ接続している。したがって、冷却装置が傾いても、高温側熱搬送サイクルの横管内に冷媒凝縮液が溜まることなく、該サイクル内で冷媒を安定して循環させることができる。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]本発明の実施の形態1におけるループ型サーモサイフォンの設置構造を示す概略斜視図である。

[図2]図1に示すループ型サーモサイフォンの凝縮器の構成を示す模式図である。

[図3A]本発明の実施の形態1におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを正面から見た図である。

[図3B]本発明の実施の形態1におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを側方から見た図である。

[図4]本発明の実施の形態1において、凝縮器が水平面に対して傾斜して配置された場合の作動流体の流れを示す図である。

[図5]本発明の実施の形態1において、凝縮器が水平面に対して傾斜して配置された場合の作動流体の流れを示す図である。

[図6A]本発明の実施の形態2におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置

状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを正面から見た図である。

[図6B]本発明の実施の形態2におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを側方から見た図である。

[図7A]本発明の実施の形態3におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを正面から見た図である。

[図7B]本発明の実施の形態3におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを側方から見た図である。

[図8]本発明の実施の形態4におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の構成を示す模式図である。

[図9]本発明の実施の形態4におけるループ型サーモサイフォンの設置状態を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを側方から見た場合の図である。

[図10]本発明の実施の形態5におけるループ型サーモサイフォンの構成を示す模式図である。

[図11]本発明の実施の形態6におけるループ型サーモサイフォンの構成を示す模式図である。

[図12]本発明の実施の形態7におけるループ型サーモサイフォンの構成を示す模式図である。

[図13]本発明の実施の形態8におけるループ型サーモサイフォンの構成を示す模式図である。

[図14]本発明の実施の形態9におけるスターリング冷却庫の構造を示す模式断面図である。

[図15]本発明の実施の形態10における高温側熱搬送サイクルの具体的な構造を示す斜視図である。

[図16A]本発明の実施の形態10における高温側熱搬送サイクルの正面図である。

[図16B]本発明の実施の形態10における高温側熱搬送サイクルの側面図である。

[図17A]第1従来例における例ループ型サーモサイフォンの構造を示す模式図であり、ループ型サーモサイフォンを正面から見た図である。

[図17B]第1従来例におけるループ型サーモサイフォンの構造を示す模式図であり、

ループ型サーモサイフォンを側方から見た図である。

[図18]図17Aおよび図17Bに示す第1従来例におけるループ型サーモサイフォンの凝縮器の構成を示す模式図であり、凝縮器が水平に設置された場合の作動流体の流れを示す図である。

[図19]図18に示す凝縮器が水平面に対して傾斜して配置された場合の作動流体の流れを示す図である。

[図20]第2従来例における冷却装置の概略構成を示す側面図である。

[図21]図20に示す第2従来例における冷却装置の高温側熱搬送サイクルの具体的な構造を示す斜視図である。

[図22]図20に示す第2従来例における冷却装置が傾いた状態での、高温側熱搬送サイクルの要部の正面図である。

符号の説明

[0050] 1 スターリング冷凍機、2 高温部、3 低温部、4 高温側熱搬送サイクル、5 低温側冷熱搬送サイクル、6 高温側蒸発器、6A, 6B 半環体、7, 14 蒸気側冷媒配管、7A, 7B 縦管、7C 横管、8 高温側凝縮器、8A〜8F 蛇管、11, 13 凝縮液側冷媒配管、11A, 11B 縦管、11Aa, 11Ba 傾斜部、11C 横管、12 低温側凝縮器、15 低温側蒸発器、16, 18 平板フィン、17 ドレン皿、19 放熱ファン、20 冷媒凝縮液、21 チャージパイプ、50 冷却装置、100, 100A〜100I ループ型サーモサイフォン、110 蒸発器、112 内周面、120 送り管、130, 130A〜130I 凝縮器、131 送り管側母管、132 戻り管側母管、133 並行管、134a〜134e 直進部、135a〜135d 湾曲部、136 放熱フィン、140 戻り管、200 スターリング冷凍機、202 圧力容器、204 高温部、206 低温部、250 支持台、252 底板、254a〜254c 支持部、300 筐体、301 底面、401 床面、500 作動流体の流動方向、502 液化した作動流体、503 液面、1000 スターリング冷却庫、1020 低温側熱搬送システム、1023 冷気ダクト、1024 ダクト、1025 送風ファン、1026 冷凍空間側ファン、1027 冷蔵空間側ファン、1028 冷凍空間、1029 冷蔵空間。

発明を実施するための最良の形態

[0051] 以下、本発明の実施の形態について、図を参照して説明する。

[0052] (実施の形態1)

まず、図1を参照して、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォンおよびこのループ型サーモサイフォンが取り付けられたスターリング冷凍機の設置構造について説明する。

[0053] 図1に示すように、スターリング冷凍機200は、支持台250上に載置され、支持台250の底板252に設けられた支持部254a, 254bによって支持されている。また、ループ型サーモサイフォン100Aも支持台250上に載置され、支持台250の底板252に設けられた支持部254a, 254cによって支持されている。支持台250にて支持されたスターリング冷凍機200およびループ型サーモサイフォン100Aは、所定の機器(たとえば、冷却庫等)の筐体に設置される。ここで、支持台250の底板252は、機器の筐体の底面に対して平行になるように設置される。

[0054] 次に、スターリング冷凍機200の構造および動作について説明する。

[0055] 図1に示すように、スターリング冷凍機200は、圧力容器202を備えている。圧力容器202内には、ピストンおよびディスプレイサが嵌装されたシリンダが設けられている。シリンダ内はヘリウム等の作動媒体によって充填されている。シリンダ内の空間は、ピストンおよびディスプレイサによって圧縮室と膨張室に区画されている。圧縮室の周囲には高温部204が設けられており、膨張室の周囲には低温部206が設けられている。

[0056] シリンダ内に嵌装されたピストンは、リニアアクチュエータによって駆動され、シリンダ内を往復動する。ディスプレイサは、ピストンが往復動することによって生じる圧力変化により、シリンダ内をピストンの往復動と一定の位相差をもって往復動する。このピストンおよびディスプレイサの往復動により、シリンダ内に逆スターリングサイクルが実現される。これにより、圧縮室を取り囲むように設けられた高温部204は昇温し、膨張室を取り囲むように設けられた低温部206は極低温にまで冷却される。

[0057] 次に、ループ型サーモサイフォン100Aの構造および動作について説明する。

[0058] 図1に示すように、ループ型サーモサイフォン100Aは、蒸発器110と凝縮器130Aとを備える。蒸発器110は、スターリング冷凍機200の高温部204と接するように配置

され、高温部204に生じる熱を奪い、蒸発器110内に充填された作動流体を蒸発させる部位である。凝縮器130Aは、蒸発器110よりも高所に配置され、蒸発器110にて蒸発した作動流体を凝縮させる部位である。蒸発器110と凝縮器130Aとは、送り管120および戻り管140によって接続されており、これらによって閉回路が構成されている。なお、図示するループ型サーモサイフォン100Aにあっては、熱源である高温部204の外形が円筒形状であるため、蒸発器110は円弧状に分割された2つの部位から構成されている。

[0059] 図1および2を参照して、凝縮器130Aは、送り管側母管(送り管側ヘッダーパイプ)131と、戻り管側母管(戻り管側ヘッダーパイプ)132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続する複数の並行管133と、並行管133に接触して設けられた放熱フィン136とからなる組立体としてユニット化されて構成されている。

[0060] 送り管側母管131は、送り管120に接続され、導入された作動流体を分流する分配器である。これに対して、戻り管側母管132は、戻り管140に接続され、分流された作動流体を合流させる管寄せである。

[0061] 図2に示すように、個々の並行管133は、第1の方向(図中矢印A方向)に向かって直線状に延びる直進部134a〜134d(本実施の形態における凝縮器130Aにおいては4段)と、これら直進部134a〜134dを接続する湾曲部135a〜135cとによって構成されている。直進部134a〜134dの各々は、平行に上下方向に積層して配置されており、湾曲部135a〜135cは、これら直進部134a〜134dの端部同士を連結している。すなわち、凝縮器130Aは、蛇行管からなる並行管133を横方向に並べて配置した構成を有している。この複数の並行管133の直進部134a〜134dには、放熱フィン136が複数枚組付けられている。

[0062] 蒸発器110内においてスターリング冷凍機200の高温部204から熱を奪って蒸発した作動流体は、蒸発器110と凝縮器130Aとの蒸気圧力差によって重力に抗して上昇し、送り管120を通過して凝縮器130Aに導入される。凝縮器130A内で冷却され凝縮した作動流体は、重力によって落下し、戻り管140を通過して蒸発器110に導入される。以上のような相変化を伴う作動流体の対流作用により、スターリング冷凍機200の高温部204にて生じる熱を外部へと放熱することが可能になる。

- [0063] 次に、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Aの凝縮器130Aの設置状態について説明する。
- [0064] 図3Aおよび図3Bに示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Aの凝縮器130Aは、冷却庫等の機器の筐体300の底面301に対して傾斜して配置されている。具体的には、筐体300の底面301に対して、戻り管側母管132が位置する方の凝縮器130Aの端部が戻り管側母管132が位置しない方の端部よりもより近い位置に配置されるように、組立体からなる凝縮器130Aの全体が角度 θ_1 だけ傾斜して配置されている。
- [0065] すなわち、組立体からなる凝縮器130Aの蛇行管からなる並行管133の直進部134a〜134dのうち最下段に位置する直進部134dが、戻り管側母管132側に向かうにつれて筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器130Aの全体が角度 θ_1 だけ傾斜して配置されている。ここで、筐体300の底面301に対する凝縮器130Aの傾斜角 θ_1 は、好ましくは 0° より大きく 6° 以下であり、さらに好ましくは 3° 程度とする。なお、このように凝縮器130Aを筐体300の底面301に対して傾斜させて設置するためには、たとえば、支持台250の支持部254cの高さを調節することによって実現可能である(図1参照)。
- [0066] このように、凝縮器130Aを筐体300の底面301に対して角度 θ_1 だけ傾斜させて配置した場合には、筐体300の設置状態の如何に関わらず、安定してループ型サーモサイフォン100Aが動作するようになる。以下にその理由について説明する。
- [0067] まず、水平な床面に対して筐体300の底面301が平行に配置された場合を考える。この場合、筐体300の底面301に対して凝縮器130Aは予め角度 θ_1 だけ傾斜して配置されているため、水平面に対しても角度 θ_1 だけ傾斜した状態で設置されることになる。
- [0068] 凝縮器130Aの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。このため、直進部134d内で液化した作動流体は、重力の作用により傾斜して配置された直進部134d内を戻り管側母管132側に向かって流動し、並行管133から流出する。この結果、並行管133内に作動流体が滞留することはない。このため、作動流体のスムーズな流動が実現され、安定したループ

型サーモサイフォン100Aの動作が実現される。

- [0069] 次に、水平な床面に対して筐体300の底面301が傾斜して設置された場合を4つの場合にケース分けして考える。
- [0070] 第1のケースとして、図3B中の矢印B方向に機器の筐体300が傾斜して設置された場合を考える。この場合、設置後の凝縮器130Aは、水平面に対して角度 θ_1 よりもさらに大きい角度傾斜した状態で配置されることになる。
- [0071] 上述のように、凝縮器130Aの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化するため、直進部134d内で液化した作動流体は、重力の作用により傾斜して配置された直進部134d内を戻り管側母管132側に向かって流動し、並行管133から流出する。このため、並行管133内に作動流体が滞留することはない。この結果、作動流体のスムーズな流動が実現され、安定したループ型サーモサイフォン100Aの動作が実現されるようになる。
- [0072] しかしながら、ある所定の角度以上に傾斜して凝縮器130Aが設置されることとなった場合には、環境温度の変化等により、並行管133の最下段に位置する直進部134dのみならず、この最下段の直進部134d上に位置する直進部134cにおいても作動流体が凝縮し液化する現象が稀に発生する。この場合、直進部134cの湾曲部135b近傍において凝縮した作動流体が滞留し、並行管133を閉塞させてしまう場合も考えられる。このような現象が発生する臨界角は、凝縮器130Aの設計寸法等によって多少異なるが、概ね6° 程度であることが発明者によって確認されている。
- [0073] しかし、通常、機器が設置される床面が3° 以上傾いていることは考え難く、また、水平な床面に対して機器の筐体が3° 以上傾斜して設置されることも考え難いため、凝縮器130Aの底面301に対する傾斜角 θ_1 を3° 程度に設定しておけばこのような事態に陥ることはほとんど皆無と考えてよい。したがって、大部分の場合において、安定したループ型サーモサイフォン100Aの動作が実現されるようになる。
- [0074] 第2のケースとして、図3B中の矢印C方向に機器の筐体300が角度 α_1 (ただし、 $\alpha_1 < \theta_1$) だけ傾斜して設置された場合を考える。このような状態にて機器の筐体300が設置された場合には、設置後の凝縮器130Aは水平面に対して角度 $\theta_1 - \alpha_1$ だけ傾斜して配置されることになる。

- [0075] 上述のように、凝縮器130Aの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。しかしながら、図4に示すように、凝縮器130Aは水平面に対して傾斜角 $\theta_1 - \alpha_1$ だけ傾斜しているため、最下段に位置する直進部134dにて液化した作動流体は直進部134d内を戻り管側母管132側に向かって流動し、平行管133から流出する。このため、作動流体が並行管133内に滞留することはない。この結果、作動流体のスムーズな流動が実現され、安定したループ型サーモサイフォン100Aの動作が実現されるようになる。
- [0076] 第3のケースとして、図3B中の矢印C方向に機器の筐体300が角度 α_2 (ただし、 $\alpha_2 = \theta_1$) だけ傾斜して設置された場合を考える。このような状態にて機器の筐体300が設置された場合には、設置後の凝縮器130Aは水平に配置されることになる。
- [0077] 上述のように、凝縮器130Aの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。この場合、最下段に位置する直進部134dは水平に配置されているため、並行管133内に生じる作動流体の対流作用により、液化した作動流体は戻り管側母管132側へと向かって流動し、並行管133から流出する。このため、並行管133内に作動流体が滞留することはない。この結果、作動流体のスムーズな流動が実現され、安定したループ型サーモサイフォン100Aの動作が実現される。
- [0078] 第4のケースとして、図3B中の矢印C方向に機器の筐体300が角度 α_3 (ただし、 $\alpha_3 > \theta_1$) だけ傾斜して設置された場合を考える。このような状態にて機器の筐体300が設置された場合には、設置後の凝縮器130Aは、水平面に対して角度 $\alpha_3 - \theta_1$ だけ傾斜して配置されることになる。
- [0079] 上述のように、凝縮器130Aの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。このため、図5に示すように、直進部134d内で液化した作動流体は、重力の作用により傾斜して配置された直進部134d内を戻り管側母管132側とは反対側に向かって流動する。この結果、最下段に位置する直進部134dの湾曲部135c側に液化した作動流体502が滞留することになる。
- [0080] しかしながら、予め凝縮器130Aを筐体300の底面301に対して傾斜して配置しているため、筐体300の底面301に対して凝縮器130Aを平行に配置した場合よりも、

並行管133内にて滞留した作動流体502の液面503が並行管133を閉塞する可能性は低くなる。すなわち、図5に示すように、最下段に位置する直進部134dと湾曲部135cの接続部における並行管133の上部(図5中のD点)が、最下段に位置する直進部134dと戻り管側母管132との接続部の下部よりも上方に位置している限りは、逆流して滞留した作動流体502によって並行管133が閉塞されることはない。この結果、作動流体の流動が阻害されることがなくなり、結果として作動流体のスムーズな流動が実現されるようになる。

[0081] ただし、凝縮器130Aがさらに傾斜して配置されることとなった場合(すなわち、最下段に位置する直進部134dと湾曲部135cの接続部における並行管133の上部(図5中のD点)が、最下段に位置する直進部134dと戻り管側母管132との接続部の下部よりも下方に位置することとなった場合)には、並行管133が液化した作動流体によって閉塞されるため、作動流体の流動が阻害されることになる。しかし、通常、水平な床面に対して機器の筐体が 3° 以上傾斜して設置されることも考え難いため、凝縮器130Aの底面301に対する傾斜角 θ_1 を 3° 程度に設定しておけばこのような事態に陥ることはほとんど皆無と考えてよい。したがって、大部分の場合において、安定したループ型サーモサイフォン100Aの動作が実現されるようになる。

[0082] なお、上記においては、水平な床面に対して筐体が傾斜して配置された場合を例示して説明を行なったが、元々傾斜している床面に対して筐体が平行に設置された場合にも同様のことが言える。

[0083] 以上において説明したように、本実施の形態の如く、予め組立体からなる凝縮器を所定方向に所定角度だけ傾斜して配置させておくことにより、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良が生じなくなり、安定したループ型サーモサイフォンの動作が実現されるようになる。この結果、予期せぬ動作不良によるスターリング冷凍機の破損が回避されるようになるとともに、スターリング冷凍機の高温度部を安定して冷却することが可能になるため、スターリング冷凍機の高効率運転が実現されるようになる。

[0084] (実施の形態2)

本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Bは、上述の実施の形態1と

同様にスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

- [0085] 図6Aおよび図6Bに示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Bの凝縮器130Bは、上述の実施の形態1におけるループ型サーモサイフォン100Aの凝縮器130Aと同様に、送り管側母管131と、戻り管側母管132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続する複数の並行管133と、並行管133に接触して設けられた放熱フィン136とからなる組立体としてユニット化されて構成されている。
- [0086] 戻り管側母管132は、並行管133の直進部の延伸方向である第1の方向(図中矢印A方向)と交差する第2の方向(図中矢印E方向)に向かって延びている。戻り管140は、この一方向に向かって延びる戻り管側母管132の一方端近傍に接続されている。
- [0087] 凝縮器130Bは、冷却庫等の機器の筐体300の底面301に対して傾斜して配置されている。具体的には、筐体300の底面301に対して、戻り管140が接続された一方端が、この一方端とは反対側の端部である他方端よりも近い位置に配置されるように、組立体からなる凝縮器130Bの全体が角度 θ_2 だけ傾斜して配置されている。
- [0088] すなわち、組立体からなる凝縮器130Aの戻り管側母管132が、戻り管140が接続された一方端とは反対側に位置する他方端側から当該一方端側に向かうにつれて、筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器130Bの全体が角度 θ_2 だけ傾斜して配置されている。ここで、筐体300の底面301に対する凝縮器130Bの傾斜角 θ_2 は特に限定されるものではないが、好ましくは数度〜十数度程度とする。なお、このように凝縮器130Bを筐体300の底面301に対して傾斜させて設置するためには、たとえば、支持台250の支持部254cの上端の形状を調節することによって実現可能である(図1参照)。
- [0089] このように、凝縮器130Bを筐体300の底面301に対して角度 θ_2 だけ傾斜させて配置し、筐体300の底面301との距離が小さい方の戻り管側母管132の端部に戻り管140を接続することにより、筐体300の設置状態の如何に関わらず、安定してループ

型サーモサイフォン100Bが動作するようになる。以下にその理由について説明する。

- [0090] 複数の並行管133内にて凝縮し液化した作動流体は、それぞれの並行管133から戻り管側母管132に流入して合流する。戻り管側母管132にて合流した作動流体は、戻り管140を介して蒸発器110へと導入される。
- [0091] ここで、戻り管側母管132が筐体300の底面301に対して平行に配置された場合には、筐体300の床面に対する設置状態や床面の傾斜等により、戻り管側母管132が水平に配置されるとは限らない。このため、従来のループ型サーモサイフォンにあっては、図17に示すように、戻り管140を各並行管133との距離が最も短くなる戻り管側母管132の中央部に接続する構成をとり、作動流体の流動が阻害されないように設計されていた。
- [0092] しかしながら、このような構成を採用した場合には、実際に戻り管側母管132が傾斜して配置された場合に、戻り管側母管132と戻り管140との接続箇所より低所に位置する戻り管側母管132内における作動流体の流動が、戻り管側母管132と戻り管140との接続箇所より高所に位置する戻り管側母管132内における作動流体の流動に比べて著しく阻害されるため、結果として複数の並行管133内における作動流体の流動抵抗にそれぞれ差が生じ、効率のよいループ型サーモサイフォンの動作が実現されなかった。
- [0093] 本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Bにあっては、予め戻り管側母管132を機器の筐体300の底面301に対して傾斜させて配置し、より底面301との距離が小さい方の戻り管側母管132の端部に戻り管140を接続することにより、作動流体のスムーズな流動が実現されている。この結果、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良が生じなくなり、安定したループ型サーモサイフォンの動作が実現されるようになる。
- [0094] (実施の形態3)
- 本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Cは、上述の実施の形態1または2と同様にスターリング冷凍機の高圧側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1または2と同様の部分については図中同一の符

号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0095] 図7Aおよび図7Bに示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Cの凝縮器130Cは、上述の実施の形態1または2におけるループ型サーモサイフォン100A、100Bの凝縮器130A、130Bと同様に、送り管側母管131と、戻り管側母管132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続する複数の並行管133と、並行管133に接触して設けられた放熱フィン136とからなる組立体としてユニット化されて構成されている。

[0096] 本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Cの凝縮器130Cは、蛇行管からなる並行管133の直進部134a〜134dが、戻り管側母管132側に向かうにつれて筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器130Aの全体が角度 θ_1 だけ傾斜して配置されている。また、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Cにあつては、戻り管側母管132が戻り管140が接続された一方端とは反対側に位置する他方端側から当該一方端側に向かうにつれて、筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器130Bの全体が角度 θ_2 だけ傾斜して配置されている。

[0097] 以上の構成とすることにより、上述の実施の形態1および2の効果の両立が実現されるようになる。この結果、設置状態に起因するループ型サーモサイフォンの動作不良の発生を大幅に減少させることが可能になる。このため、安定したループ型サーモサイフォンの動作が実現されるようになり、スターリング冷凍機の高効率運転が実現されるようになる。

[0098] (実施の形態4)

本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Dは、上述の実施の形態1〜3と同様にスターリング冷凍機の高圧側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1〜3と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0099] 図8に示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Dの凝縮器130Dにおいては、複数の並行管133の各々は、第1の方向(図中矢印A方向)に向かって直線状に延びる直進部134a〜134eと、これら直進部134a〜134eを接続

する湾曲部135a～135dとによって構成されている。直進部134a～134eの各々は、平行に上下方向に積層して配置されており(本実施の形態における凝縮器130Dにおいては5段)、湾曲部135a～135dは、これら直進部134a～134eの端部同士を連結している。すなわち、凝縮器130Dは、蛇行管からなる並行管133を横方向に並べて配置した構成を有している。この複数の並行管133の直進部134a～134eには、放熱フィン136が複数枚組付けられている。

[0100] このように、蛇行管からなる並行管133を奇数段有する組立体からなる凝縮器を採用した場合には、送り管側母管131と戻り管側母管132とが凝縮器の相対する端部に別々に配置されることになる。このため、上述の実施の形態1または3の場合とは異なり、凝縮器130Dの後部側が機器の筐体300の底面301に対してより近い位置に配置されるように、凝縮器130Dを傾斜させて配置する必要がある。このように配置することにより、蛇行管からなる並行管133の直進部134a～134eが、戻り管側母管132側に向かうにつれて筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるようになる。なお、このように凝縮器130Dを筐体300の底面301に対して傾斜させて設置するためには、たとえば、支持台250の支持部254cの高さを調節することによって実現可能である(図1参照)。

[0101] このように、並行管133が奇数段積層された凝縮器にあっても、凝縮器全体を筐体の底面に対して角度 θ_1 だけ傾斜させて配置することにより、筐体の設置状態の如何に関わらず、安定したループ型サーモサイフオンの動作が実現されるようになる。

[0102] (実施の形態5)

本実施の形態におけるループ型サーモサイフオン100Eは、上述の実施の形態1～4と同様にスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1～4と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0103] 図10に示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフオン100Eの凝縮器130Eにおいては、複数の並行管133の各々は、機器の筐体300の底面301と平行な方向である第1の方向(図中矢印A方向)に向かって直線状に延びる直進部134a～134cと、最下段に位置し、機器の筐体300の底面301に対して傾斜するよう

に配置された直進部134dと、これら直進部134aー134dを接続する湾曲部135aー135cとによって構成されている。直進部134aー134dの各々は、湾曲部135aー135cによってその端部同士が連結されている。この複数の並行管133の直進部134aー134dには、放熱フィン136が複数枚組付けられている。

[0104] ここで、凝縮器130Eの最下段に位置する直進部134dは、戻り管側母管132側に向かうにつれ、筐体300の底面301との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている。すなわち、最下段に位置する直進部134dは、筐体300の底面301に対して角度 θ_3 だけ傾斜して配置されている。

[0105] 凝縮器130Eの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。このため、直進部134d内で液化した作動流体は、重力の作用により傾斜して配置された直進部134d内を戻り管側母管132側へと向かって流動し、並行管133から流出する。このため、並行管133内に液化した作動流体が滞留することはない。この結果、予め最下段に位置する直進部134dのみを筐体300の底面301に対して所定角度傾斜させて配置しておくことにより、筐体の設置状態の如何を問わずスムーズな作動流体の流動が実現され、安定したループ型サーモサイフォン100Eの動作が実現されるようになる。

[0106] (実施の形態6)

本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Fは、上述の実施の形態1ー5と同様にスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1ー5と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0107] 図11に示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Fの凝縮器130Fにおいては、複数の並行管133の各々は、直線状に延びる直進部134aー134dと、これら直進部134aー134dを接続する湾曲部135aー135cとによって構成されている。直進部134aー134eの各々は、湾曲部135aー135cによってその端部同士が連結されている。この複数の並行管133の直進部134aー134eには、放熱フィン136が複数枚組付けられている。

[0108] ここで、凝縮器130Eの各々の直進部134aー134dは、作動流体の流動方向にお

いて、上流側から下流側（すなわち、送り管側母管131側から戻り管側母管132側）に向かうにつれて、機器の筐体300の底面301に対する距離が減ずる方向に傾斜して配置されている。特に、最下段に位置する直進部134dは、筐体300の底面301に対して角度 θ_4 だけ傾斜して配置されている。

[0109] 凝縮器130Eの並行管133内を流動する作動流体は、主に最下段に位置する直進部134dにて凝縮し液化する。しかしながら、環境温度の変化等により、最下段の直進部134dより上段に位置する直進部134a～134cにおいても作動流体が凝縮し液化する場合がある。このため、直進部134a～134d内で凝縮し液化した作動流体が、重力の作用により傾斜して配置された直進部134a～134c内を戻り管側母管132側へと向かって流動するように、予め各々の直進部134a～134dを所定角度傾斜させて配置しておくことにより、並行管133内に作動流体が滞留することが回避されるようになる。

[0110] このように、予め直進部134a～134dを筐体300の底面301に対して所定角度傾斜させて配置しておくことにより、筐体300の設置状態の如何を問わずスムーズな作動流体の流動が実現されるようになり、結果として安定したループ型サーモサイフォン100Fの動作が実現されるようになる。

[0111] （実施の形態7）

本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Gは、上述の実施の形態1～6と同様にスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1～6と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0112] 図12に示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Gの凝縮器130Gにおいては、上下方向に延びる送り管側母管131と、同じく上下方向に延びる戻り管側母管132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続する複数の並行管133とを有する。複数の並行管133の各々は直線状に延びる直行管からなり、これら複数の直行管が上下方向に平行に積層されて凝縮器130Gが構成されている。この複数の並行管133には、放熱フィン136が複数枚組付けられている。なお、凝縮器130Gにおいては、送り管側母管131の延伸方向と各々の並行管1

33の延伸方向とが直交しかつ戻り管側母管132の延伸方向と各々の並行管133の延伸方向とが直交するように構成されている。

- [0113] ここで、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Gにおいては、凝縮器130Gの各々の並行管133が、作動流体の流動方向において、上流側から下流側（すなわち、送り管側母管131側から戻り管側母管132側）に向かうにつれ、機器の筐体300の底面301に対する距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器130Gの全体が機器の筐体300の底面301に対して角度 θ_5 だけ傾斜して配置されている。
- [0114] このように、並行管133内にて凝縮し液化した作動流体が、重力の作用により並行管133内を戻り管側母管132側へと向かって流動するように、予め凝縮器130G全体を傾斜させて配置しておくことにより、並行管133内に作動流体が滞留することが回避されるようになる。これにより、筐体300の設置状態の如何を問わずスムーズな作動流体の流動が実現されるようになり、安定したループ型サーモサイフォン100Gの動作が実現されるようになる。
- [0115] なお、本実施の形態においては、送り管側母管と戻り管側母管とが上下方向に延在するように配置された凝縮器を例示して説明を行なったが、送り管側母管と戻り管側母管とが水平方向に延在するように配置することも可能である。このように配置した場合には、送り管側母管と戻り管側母管とを接続する並行管である直行管は、水平方向に平行に配列されることになる。この場合にも、凝縮器の各々の並行管が、作動流体の流動方向において、上流側から下流側（すなわち、送り管側母管側から戻り管側母管側）に向かうにつれ、機器の筐体の底面に対する距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器の全体を機器の筐体の底面に対して所定角度だけ傾斜して配置することにより、安定したループ型サーモサイフォンの動作が実現されるようになる。
- [0116] また、送り管側母管と戻り管側母管とを接続する並行管は、必ずしも一列に配置されている必要はない。たとえば、並行管の延伸方向と交差する方向において、並行管が千鳥状に配置されていてもよい。
- [0117] （実施の形態8）

本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Hは、上述の実施の形態1〜7と同様にスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして利用されるものである。このため、上述の実施の形態1〜7と同様の部分については図中同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

- [0118] 図13に示すように、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Hの凝縮器130Hにおいては、上下方向に延びる送り管側母管131と、同じく上下方向に延びる戻り管側母管132と、これら送り管側母管131と戻り管側母管132とを接続する複数の並行管133とを有する。複数の並行管133の各々は直線状に延びる直行管からなり、これら複数の直行管が上下方向に平行に積層されて凝縮器130Hが構成されている。この複数の並行管133には、放熱フィン136が複数枚組付けられている。なお、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Hにおいては、送り管側母管131および戻り管側母管132の延伸方向が機器の筐体300の底面301の法線方向と重なるように、送り管側母管131および戻り管側母管132が配置されている。
- [0119] ここで、本実施の形態におけるループ型サーモサイフォン100Gにおいては、凝縮器130Gの直行管からなる並行管133の各々が、作動流体の流動方向において、上流側から下流側（すなわち、送り管側母管131側から戻り管側母管132側）に向かうにつれ、機器の筐体300の底面301に対する距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、直行管からなる並行管133が機器の筐体300の底面301に対して角度 θ_0 だけ傾斜して配置されている。
- [0120] このように、並行管133内にて凝縮し液化した作動流体が、重力の作用により並行管133内を戻り管側母管132側へと向かって流動するように、予め並行管133を傾斜させて配置しておくことにより、並行管133内に作動流体が滞留することが回避されるようになる。これにより、筐体300の設置状態の如何を問わずスムーズな作動流体の流動が実現されるようになり、安定したループ型サーモサイフォン100Gの動作が実現されるようになる。
- [0121] なお、本実施の形態においては、送り管側母管と戻り管側母管とが上下方向に延在するように配置された凝縮器を例示して説明を行なったが、送り管側母管と戻り管

側母管とが水平方向に延在するように配置することも可能である。このように配置した場合には、送り管側母管と戻り管側母管とを接続する並行管である直行管は、水平方向に平行に配列されることになる。この場合にも、凝縮器の各々の並行管が、作動流体の流動方向において、上流側から下流側（すなわち、送り管側母管側から戻り管側母管側）に向かうにつれ、機器の筐体の底面に対する距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、凝縮器の全体を機器の筐体の底面に対して所定角度だけ傾斜して配置することにより、安定したループ型サーモサイフオンの動作が実現されるようになる。

[0122] また、送り管側母管と戻り管側母管とを接続する並行管は、必ずしも一列に配置されている必要はない。たとえば、並行管の延伸方向と交差する方向において、並行管が千鳥状に配置されていてもよい。

[0123] （実施の形態9）

本実施の形態におけるスターリング冷却庫は、筐体内部に設置されるスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムとして、上述の実施の形態1から8のいずれかに記載のループ型サーモサイフオンを搭載している。

[0124] 図14に示すように、本実施の形態におけるスターリング冷却庫1000は、冷却空間として冷凍空間1028と冷蔵空間1029とを備える。スターリング冷却庫1000は、スターリング冷凍機200の高温部204の冷却を行なう高温側熱搬送システムとしてループ型サーモサイフオン100を備えている。なお、スターリング冷凍機200の低温部206に発生する極低温は、低温側熱搬送システム1020（図14中の破線部分参照）によって庫内の冷却に利用される。この低温側の熱搬送システムとしては、高温側熱搬送システムと同様にループ型サーモサイフオンによって構成してもよいし、強制対流型の熱搬送システムとしてもよい。

[0125] ここで、高温側熱搬送システムであるループ型サーモサイフオン100は、スターリング冷凍機200の高温部204の周囲に接触して取り付けられた蒸発器110と、送り管および戻り管によって上記蒸発器110と接続された凝縮器130とから構成される。この蒸発器110、凝縮器130、送り管120および戻り管140からなる循環回路内には、たとえばエタノールが添加された水などが冷媒として封入される。そして、冷媒の蒸

発と凝縮による自然対流を利用して高温部204で発生した熱を伝達することができるように、凝縮器130が蒸発器110より上方(高所)に配置されている。

[0126] 図14に示すように、スターリング冷凍機200は、スターリング冷却庫1000の背面上部に配置される。また、低温側熱搬送システム1020は、スターリング冷却庫1000の背面側に配置される。これに対し、高温側熱搬送システムであるループ型サーモサイフォン100は、スターリング冷却庫1000の上部に配置される。なお、ループ型サーモサイフォン100の凝縮器130はスターリング冷却庫1000の上部に設けたダクト1024に内設される。

[0127] スターリング冷凍機200を動作させると、高温部204で発生した熱が、ループ型サーモサイフォン100の凝縮器130を介してダクト1024内の空気と熱交換される。このとき、送風ファン1025により、ダクト1024内の暖かい空気がスターリング冷却庫1000の庫外へ排出されるとともに、スターリング冷却庫1000の庫外の空気が取り込まれ、熱交換が促進される。

[0128] 一方、低温部206で発生した極低温は、冷氣ダクト1023内の気流(図14中の矢印)と熱交換される。このとき、冷凍空間側ファン1026および冷蔵空間側ファン1027により、冷却された冷氣がそれぞれ冷凍空間1028および冷蔵空間1029に送風される。各冷却空間1028, 1029からの暖かくなった気流は再び冷氣ダクト1023に導入され、繰り返し冷却される。

[0129] 上記のスターリング冷却庫1000に搭載されたループ型サーモサイフォン100は、上述の実施の形態1〜8のいずれかに記載のループ型サーモサイフォン100A〜100Hであるため、スターリング冷却庫1000の筐体の設置状態の如何を問わず安定して動作する。このため、スターリング冷凍機200を高効率で運転させることが可能になるため、スターリング冷却庫1000の性能も向上するようになる。

[0130] (実施の形態10)

本実施の形態10における冷却装置は、上述の第2従来例における冷却装置と大部分において共通の構造を有している。このため、第2従来例における冷却装置と同一の部分には同一の符号を付し、その説明はここでは繰り返さない。

[0131] 図15、図16Aおよび図16Bに示すように、本実施の形態における冷却装置におい

ては、凝縮液側冷媒配管11の縦管11A、11Bの上端を、横管11Cの一端部および他端部にそれぞれに接続している。縦管11A、11Bの下端は、第2従来例と同様、半環体6A、6Bの外周面上端部にそれぞれ接続される。したがって、縦管11A、11Bが接続される上下の接続口が水平方向で一致しなくなる。そのため、縦管11A、11Bには、下り勾配を有する傾斜部11Aa、11Ba(図16A参照)を備えた曲げ管を使用している。これにより、冷却装置50(図20参照)が多少傾いても、横管11Cの端部のいずれかが横管11C全体で最も低くなるため、入口が低い方の縦管を伝って流れ落ち、横管11C内に冷媒凝縮液が溜まることがない。

- [0132] 一般的に、冷蔵庫の設置場所の傾きは、水平を含め 5° 以内とされているため、冷却装置50の水平時を基準とした上記縦管傾斜部11Aa、11Baの下り勾配 α (図16A参照)を 5° 以上に設定することで、冷却装置50が最悪 5° 傾いても、縦管傾斜部11Aa、11Baの下り勾配は維持され、サーモサイフォンが機能しなくなるのを防止することができる。このため、安定して冷媒を循環させることができる。
- [0133] また、蒸気側冷媒配管11の横管11Cには、脱気用のチャージパイプ21を取り付けている。高温側熱搬送サイクルに水冷媒を使用する場合、水に溶存する不凝縮ガス(空気)を取り除く必要あるため、水冷媒を封入した後にチャージパイプ21を使ってサイクル内部の密閉系を真空引きしている。このように高い位置にチャージパイプ21を取り付けることにより、真空引きの際の水の吸い込み防止と真空引きの効率向上が図られる。
- [0134] 以上において説明した本発明の実施の形態1ないし10においては、ループ型サーモサイフォンをスターリング冷凍機の高温側熱搬送システムに採用した場合を例示して説明を行なったが、熱源を有する他のデバイスにも当然に適用可能である。
- [0135] また、上述の実施の形態1ないし10における特徴的な構成は、相互に組み合わせることが可能である。
- [0136] このように、今回開示した上記各実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって画定され、また請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

請求の範囲

- [1] 熱源を有する機器の筐体(300)に搭載され、閉回路内に封入された作動流体を用いて前記熱源から熱を伝達するループ型サーモサイフォンであって、
前記閉回路は、
前記熱源から熱を奪い、前記作動流体を蒸発させる蒸発器(110)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器(130A)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を前記凝縮器(130A)へ送る送り管(120)と、
前記凝縮器(130A)にて凝縮した作動流体を前記蒸発器(110)へ戻す戻り管(140)とによって構成されており、
前記凝縮器(130A)は、一方向に向かって延びる直進部(134a〜134d)が上下方向に複数段にわたって積層されかつ前記複数段にわたって積層された直進部(134a〜134d)同士が湾曲部(135a〜135c)によって接続されてなる蛇行管を有し、
前記蛇行管の直進部(134a〜134d)のうち最下段に位置する直進部(134d)が、前記戻り管(140)側に向かうにつれて、前記筐体(300)の底面(301)との距離が減る方向に傾斜して配置されている、ループ型サーモサイフォン。
- [2] スターリング冷凍機(200)を搭載したスターリング冷却庫であって、
前記スターリング冷凍機(200)は、請求項1に記載のループ型サーモサイフォンを備えており、
前記蒸発器(110)が、前記スターリング冷凍機(200)の高温部(204)と熱交換させるように構成された、スターリング冷却庫。
- [3] 熱源を有する機器の筐体(300)に搭載され、閉回路内に封入された作動流体を用いて前記熱源から熱を伝達するループ型サーモサイフォンであって、
前記閉回路は、
前記熱源から熱を奪い、前記作動流体を蒸発させる蒸発器(110)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器(130A)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を前記凝縮器(130A)へ送る送り管(120)と、

前記凝縮器(130A)にて凝縮した作動流体を前記蒸発器(110)へ戻す戻り管(140)とによって構成されており、

前記凝縮器(130A)は、

前記送り管(120)に接続され、導入された作動流体を分流する送り管側母管(131)と、

前記戻り管(140)に接続され、分流された作動流体を合流させる戻り管側母管(132)と、

前記送り管側母管(131)と前記戻り管側母管(132)とを接続し、互いに並行するように配置された複数の並行管(133)とを含む組立体からなり、

前記並行管(133)の各々は、第1の方向に向かって延びる直進部(134a〜134d)が上下方向に複数段にわたって平行に積層されかつ前記複数段にわたって積層された直進部(134a〜134d)同士が湾曲部(135a〜135c)によって接続されてなる蛇行管によって構成されており、

前記蛇行管の直進部(134a〜134d)のうち最下段に位置する直進部(134d)が、前記戻り管側母管(132)側に向かうにつれて、前記筐体(300)の底面(301)との距離が減ずる方向に傾斜して配置されるように、前記凝縮器(130A)の全体が前記筐体(300)の底面(301)に対して傾斜して配置されている、ループ型サーモサイフォン。

[4] 前記傾斜して配置された凝縮器(130A)の前記筐体(300)の底面(301)に対する傾斜角が、 0° より大きく 6° 以下である、請求項3に記載のループ型サーモサイフォン。

[5] 前記戻り管側母管(132)は、前記第1の方向と交差する第2の方向に向かって延びており、

前記戻り管(140)は、前記第2の方向に向かって延びる戻り管側母管(132)の一方端近傍に接続されており、

前記戻り管側母管(132)が、前記一方端とは反対側に位置する他方端側から前記一方端側に向かうにつれて、前記筐体(300)の底面(301)との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている、請求項3に記載のループ型サーモサイフォン。

- [6] スターリング冷凍機(200)を搭載したスターリング冷却庫であって、
前記スターリング冷凍機(200)は、請求項3に記載のループ型サーモサイフォンを備えており、
前記蒸発器(110)が、前記スターリング冷凍機(200)の高温部(204)と熱交換させるように構成された、スターリング冷却庫。
- [7] 熱源を有する機器の筐体(300)に搭載され、閉回路内に封入された作動流体を用いて前記熱源から熱を伝達するループ型サーモサイフォンであって、
前記閉回路は、
前記熱源から熱を奪い、前記作動流体を蒸発させる蒸発器(110)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器(130B)と、
前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を前記凝縮器(130B)へ送る送り管(120)と、
前記凝縮器(130B)にて凝縮した作動流体を前記蒸発器(110)へ戻す戻り管(140)とによって構成されており、
前記凝縮器(130B)は、
前記送り管(120)に接続され、導入された作動流体を分流する送り管側母管(131)と、
前記戻り管(140)に接続され、分流された作動流体を合流させる戻り管側母管(132)と、
前記送り管側母管(131)と前記戻り管側母管(132)とを接続し、互いに並行するように配置された複数の並行管(133)とを含む組立体からなり、
前記戻り管側母管(132)は、一方向に向かって延びており、
前記戻り管(140)は、前記一方向に向かって延びる戻り管側母管(132)の一方端近傍に接続されており、
前記戻り管側母管(132)が、前記一方端とは反対側に位置する他方端側から前記一方端側に向かうにつれて、前記筐体(300)の底面(301)との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている、ループ型サーモサイフォン。
- [8] スターリング冷凍機(200)を搭載したスターリング冷却庫であって、

前記スターリング冷凍機(200)は、請求項7に記載のループ型サーモサイフォンを備えており、

前記蒸発器(110)が、前記スターリング冷凍機(200)の高温部(204)と熱交換させるように構成された、スターリング冷却庫。

- [9] 熱源を有する機器の筐体(300)に搭載され、閉回路内に封入された作動流体を用いて前記熱源から熱を伝達するループ型サーモサイフォンであって、

前記閉回路は、

前記熱源から熱を奪い、前記作動流体を蒸発させる蒸発器(110)と、

前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を凝縮させる凝縮器(130G)と、

前記蒸発器(110)にて蒸発した作動流体を前記凝縮器(130G)へ送る送り管(120)と、

前記凝縮器(130G)にて凝縮した作動流体を前記蒸発器(110)へ戻す戻り管(140)とによって構成されており、

前記凝縮器(130G)は、

前記送り管(120)に接続され、導入された作動流体を分流する送り管側母管(131)と、

前記戻り管(140)に接続され、分流された作動流体を合流させる戻り管側母管(132)と、

前記送り管側母管(131)と前記戻り管側母管(132)とを接続し、互いに並行するように配置された複数の直行管(133)とを含む組立体からなり、

前記直行管(133)の各々が、前記戻り管側母管(132)側に向かうにつれて、前記筐体(300)の底面(301)との距離が減ずる方向に傾斜して配置されている、ループ型サーモサイフォン。

- [10] スターリング冷凍機(200)を搭載したスターリング冷却庫であって、

前記スターリング冷凍機(200)は、請求項9に記載のループ型サーモサイフォンを備えており、

前記蒸発器(110)が、前記スターリング冷凍機(200)の高温部(204)と熱交換させるように構成された、スターリング冷却庫。

- [11] スターリング冷凍機(1)の低温部(3)にて発生する冷熱を取り出す低温側冷熱搬送サイクル(5)と、スターリング冷凍機(1)の高温部(2)にて発生する温熱を外部に放出する高温側熱搬送サイクル(4)とを備えた冷却装置において、

前記高温側熱搬送サイクル(4)は、スターリング冷凍機(1)の高温部(2)に取り付けられた高温側蒸発器(6)と、該高温側蒸発器(6)よりも高い位置に配置された高温側凝縮器(8)とを備え、前記高温側蒸発器(6)と前記高温側凝縮器(8)との間を蒸気側冷媒配管(7)および凝縮液側冷媒配管(11)で接続して冷媒循環回路を形成したものであり、

前記凝縮液側冷媒配管(11)は、前記高温側凝縮器(8)が接続される両端閉塞の横管(11C)と、前記高温側蒸発器(6)と前記横管(11C)とを鉛直方向に連結する一対の縦管(11A, 11B)とを備え、前記一対の縦管(11A, 11B)の一方および他方の上端をそれぞれ前記横管(11A, 11B)の一端部および他端部に接続したことを特徴とする、冷却装置。

- [12] 前記縦管(11A, 11B)が、下り勾配を有する傾斜部(11Aa, 11Ba)を備えることを特徴とする、請求項11に記載の冷却装置。

- [13] 前記下り勾配を冷却装置水平時を基準として5°以上としたことを特徴とする、請求項12に記載の冷却装置。

- [14] スターリング冷凍機(1)の低温部(3)にて発生する冷熱を取り出す低温側冷熱搬送サイクル(5)と、スターリング冷凍機(1)の高温部(2)にて発生する温熱を外部に放出する高温側熱搬送サイクル(4)とを備えた冷却装置において、

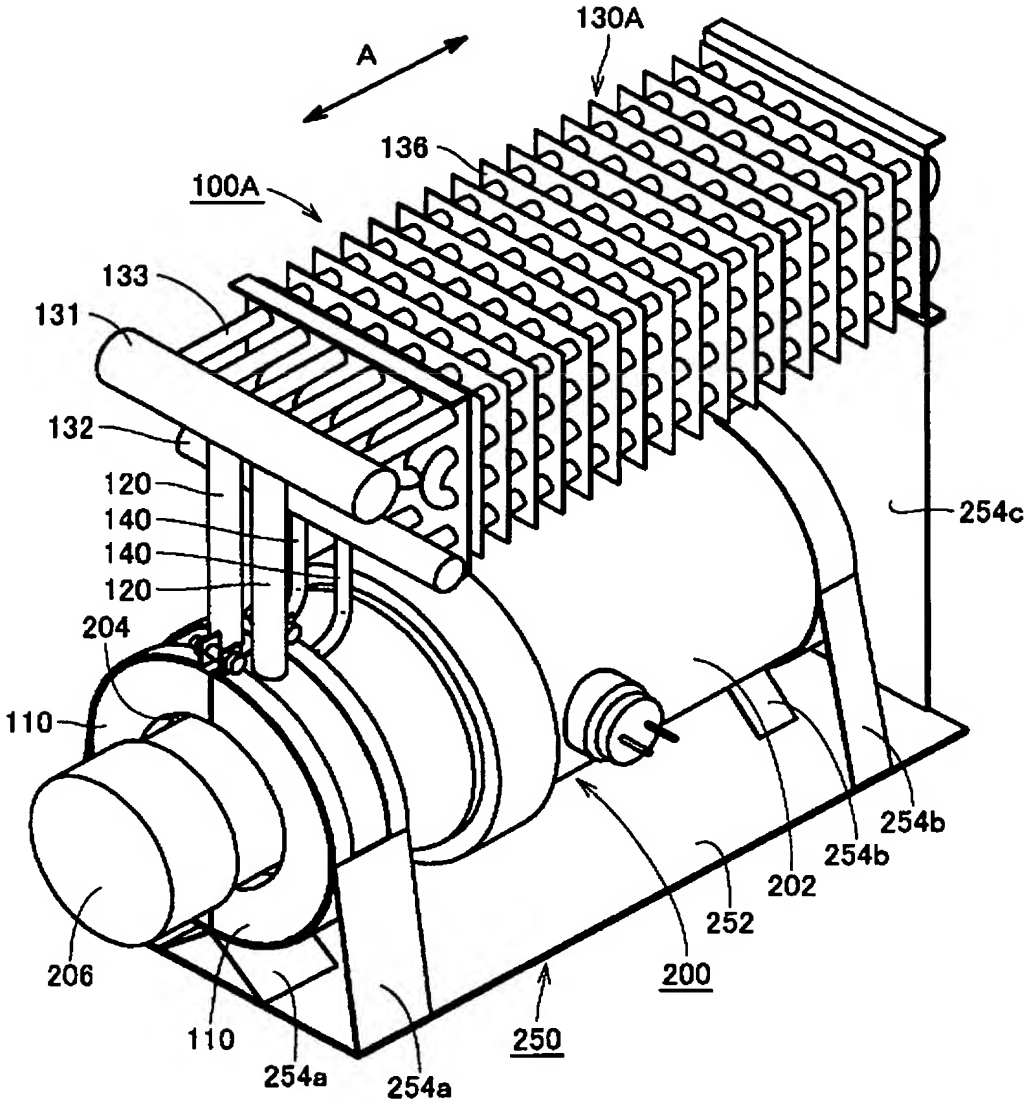
前記高温側熱搬送サイクル(4)は、スターリング冷凍機(1)の高温部(2)に取り付けられた高温側蒸発器(6)と、該高温側蒸発器(6)よりも高い位置に配置された高温側凝縮器(8)とを備え、前記高温側蒸発器(6)と前記高温側凝縮器(8)との間を蒸気側冷媒配管(7)および凝縮液側冷媒配管(11)で接続して冷媒循環回路を形成したものであり、

前記凝縮液側冷媒配管(11)は、前記高温側凝縮器(8)が接続される両端閉塞の横管(11C)と、前記高温側蒸発器(6)と前記横管(11C)とを鉛直方向に連結する一対の縦管(11A, 11B)とを備え、前記蒸気側冷媒配管(7)は、前記高温側凝縮

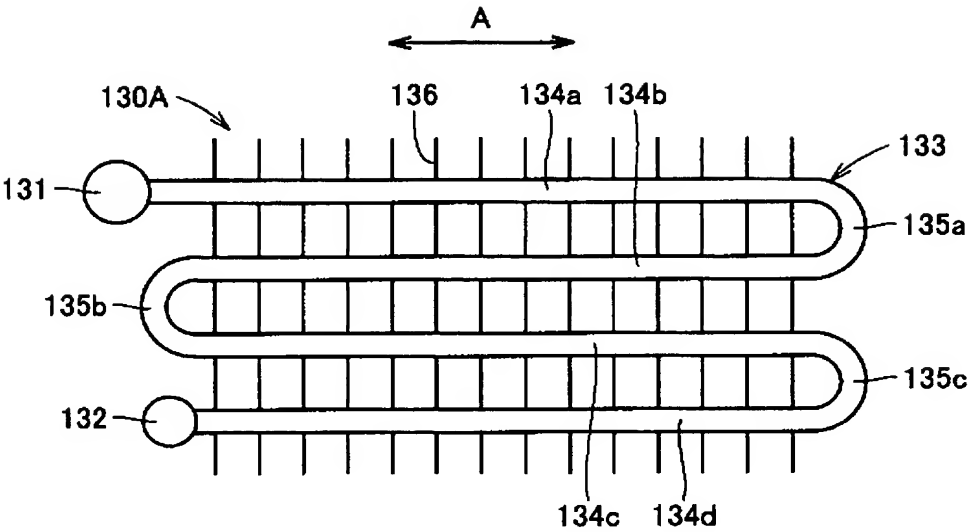
器(8)が接続される両端閉塞の横管(7C)と、前記高温側蒸発器(6)と前記横管(7C)とを鉛直方向に連結する一対の縦管(7A, 7B)とを備え、

前記蒸気側冷媒配管(7)の横管(7C)を前記凝縮液側冷媒配管(11)の横管(11C)よりも高い位置に配置し、前記蒸気側冷媒配管(7)の横管(7C)に、脱気用のチャージパイプ(21)を取り付けたことを特徴とする、冷却装置。

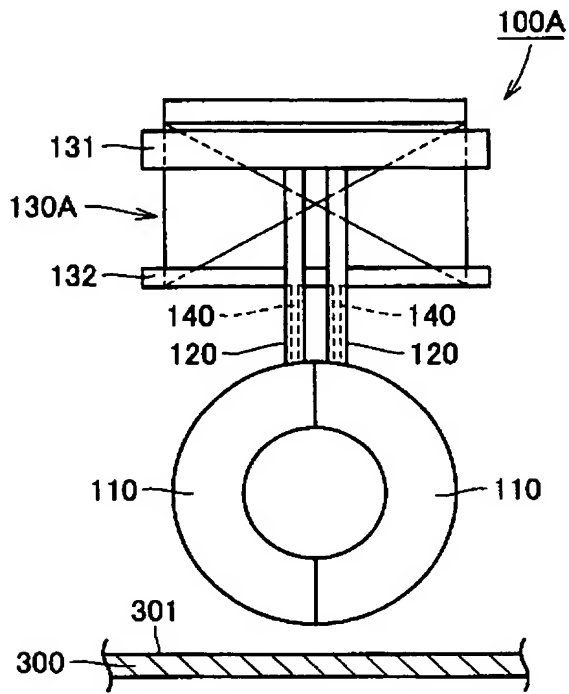
[図1]



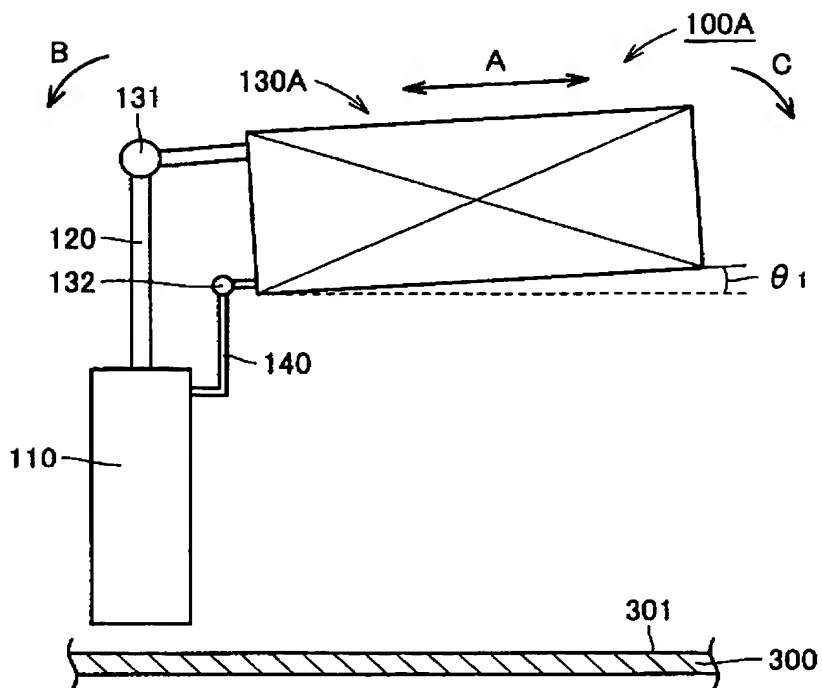
[図2]



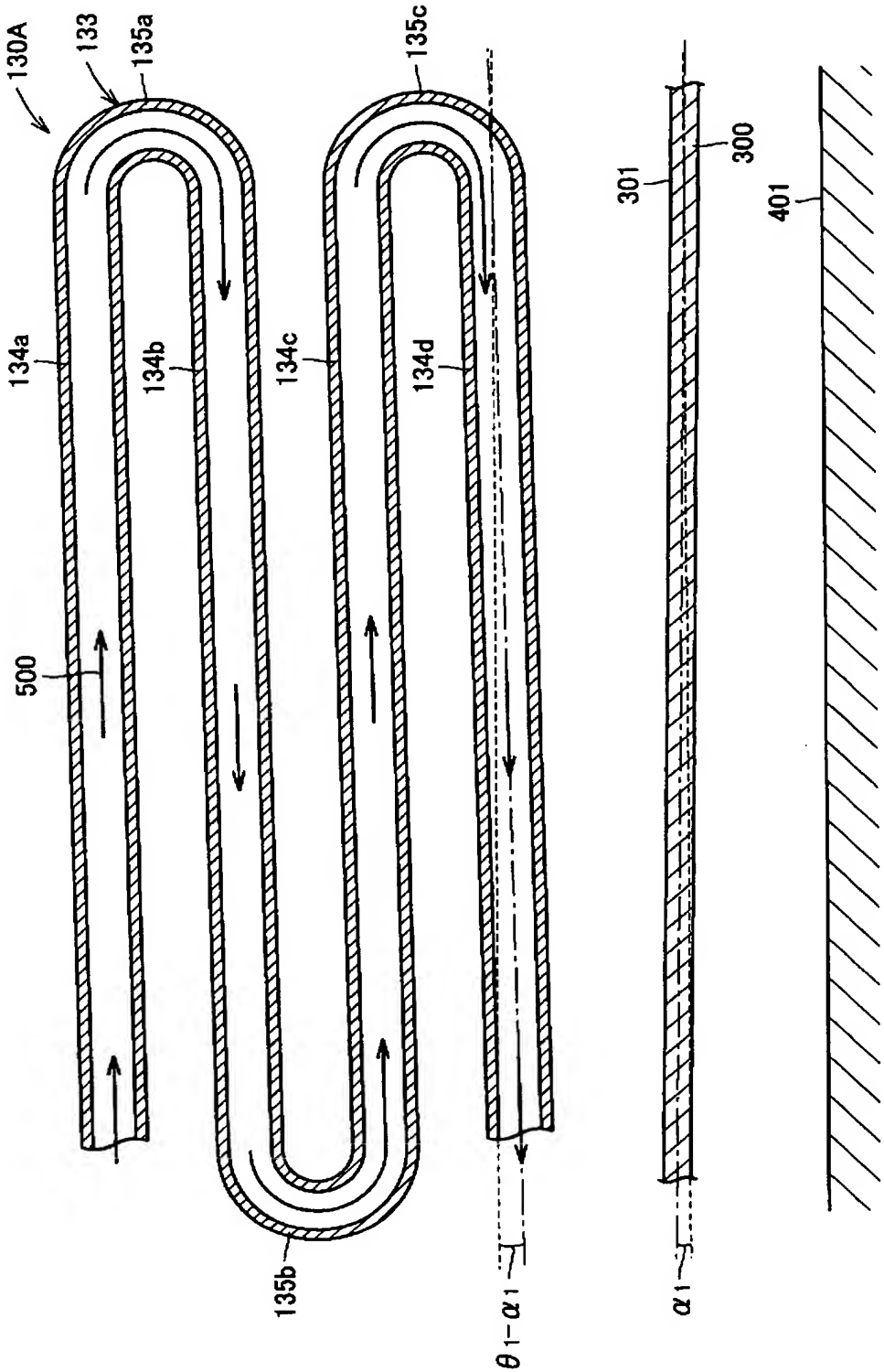
[図3A]



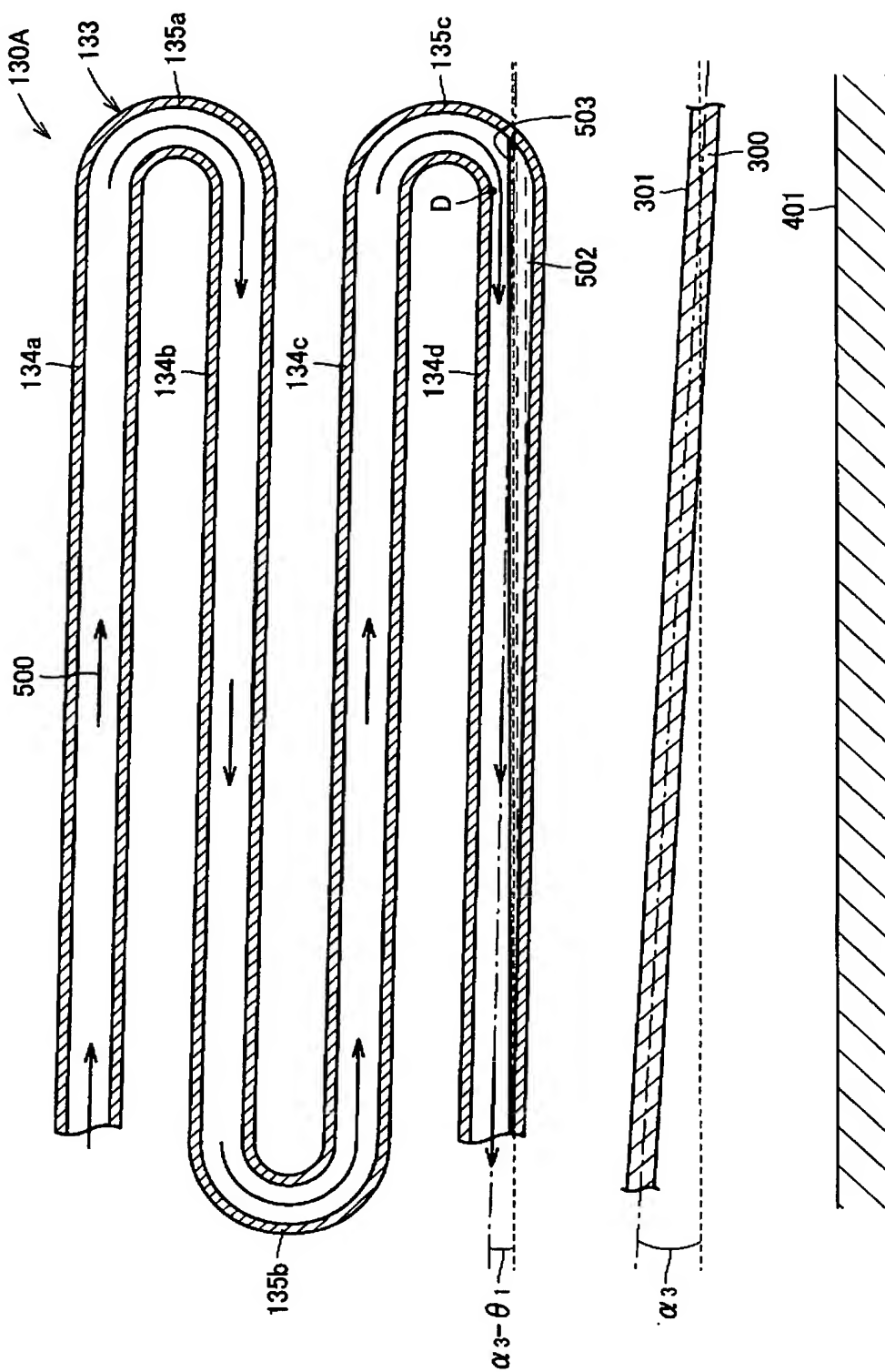
[図3B]



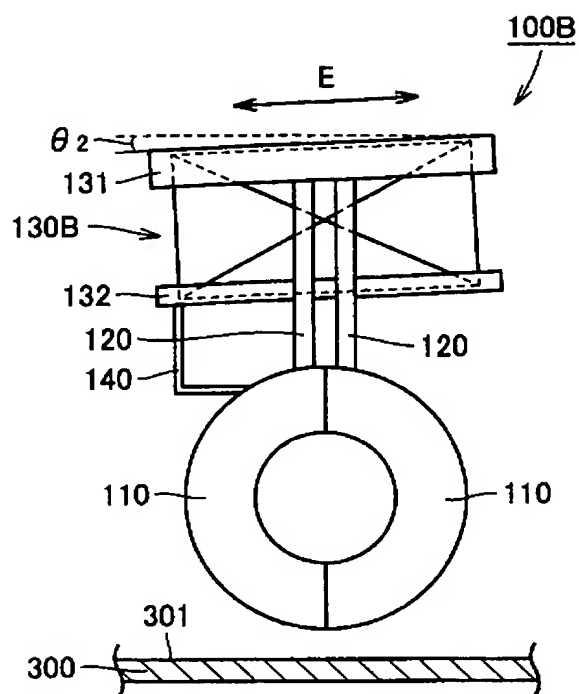
[図4]



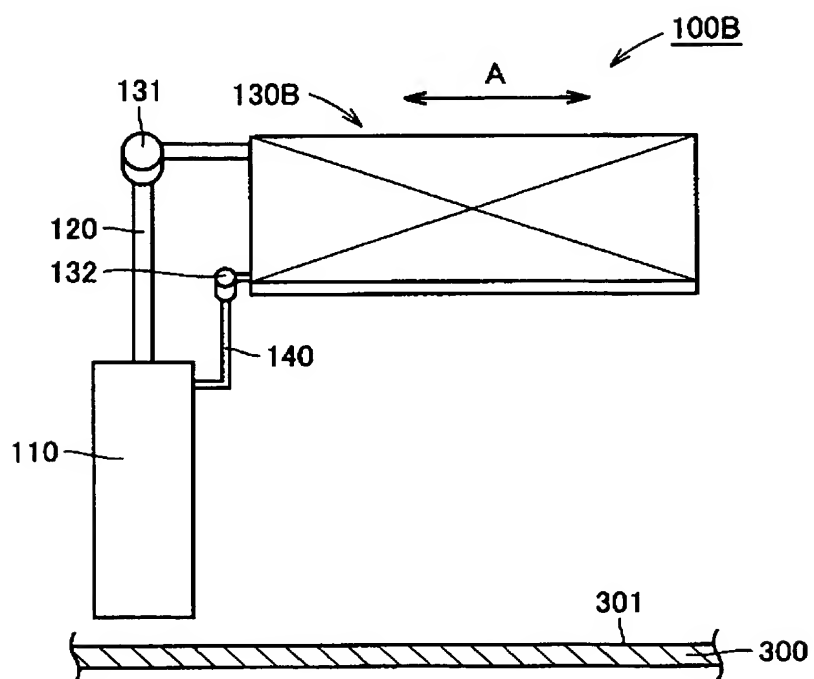
[図5]



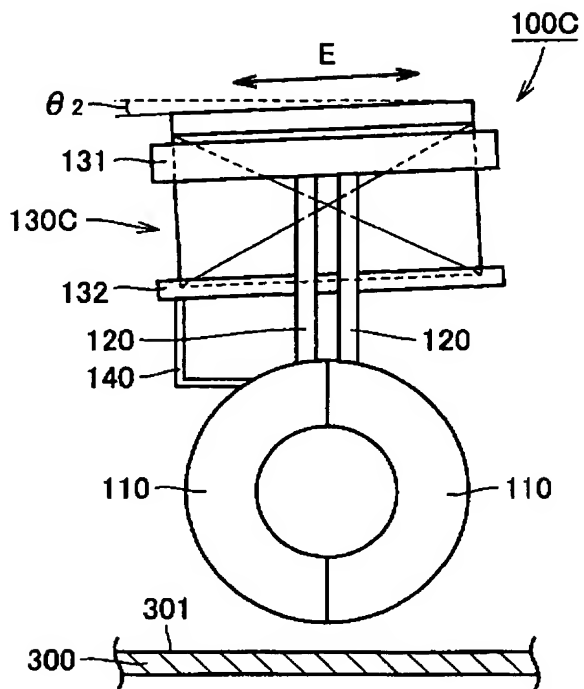
[図6A]



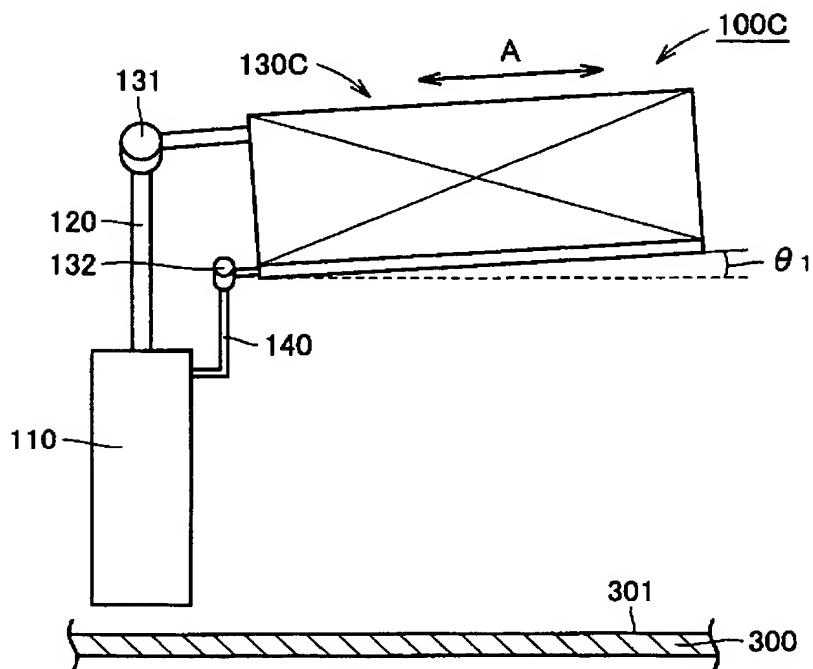
[図6B]



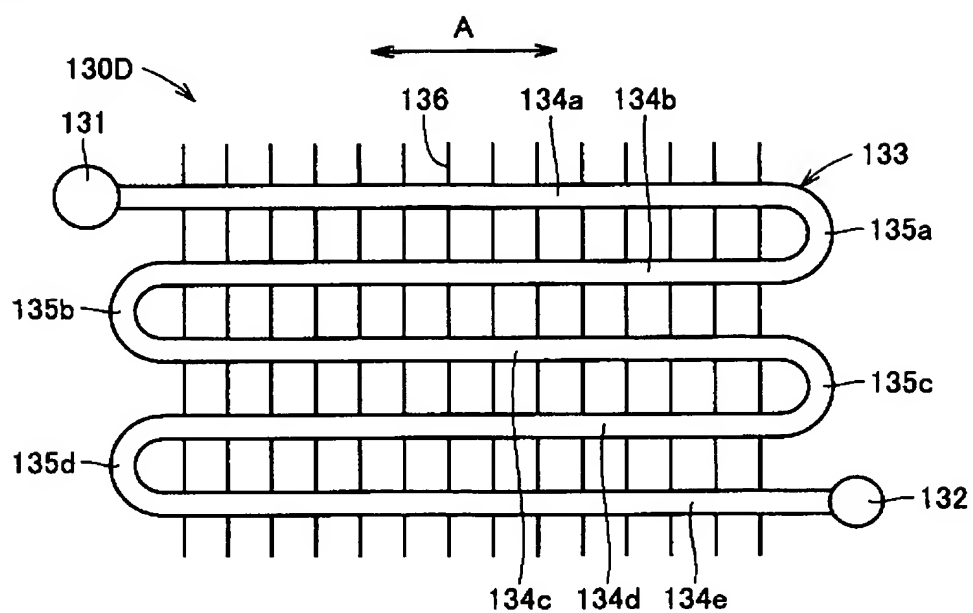
[図7A]



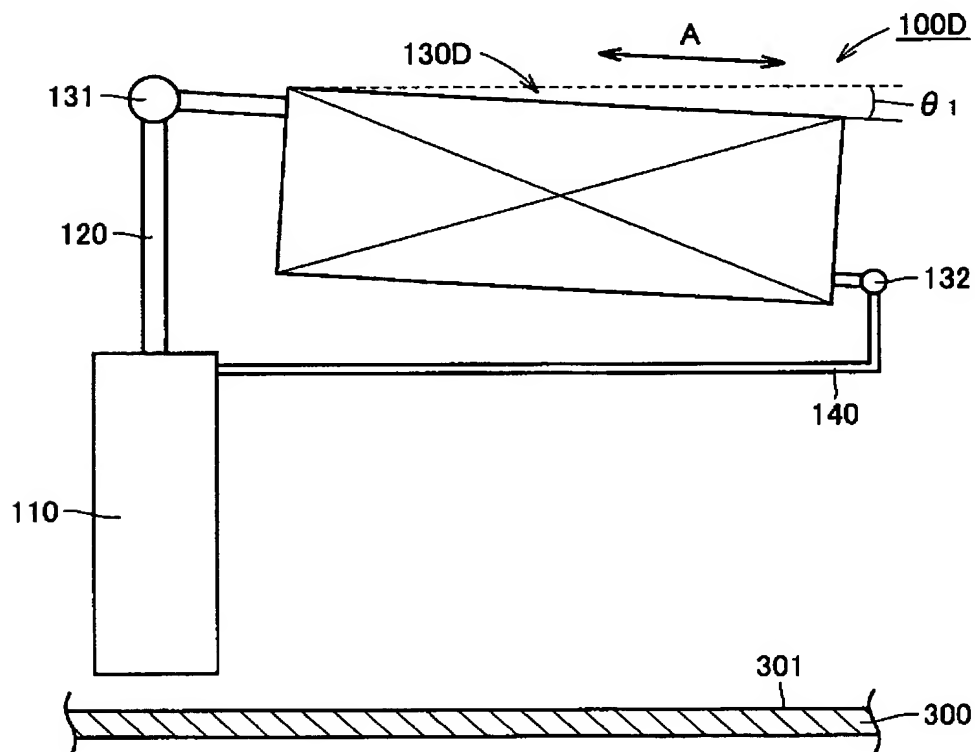
[図7B]



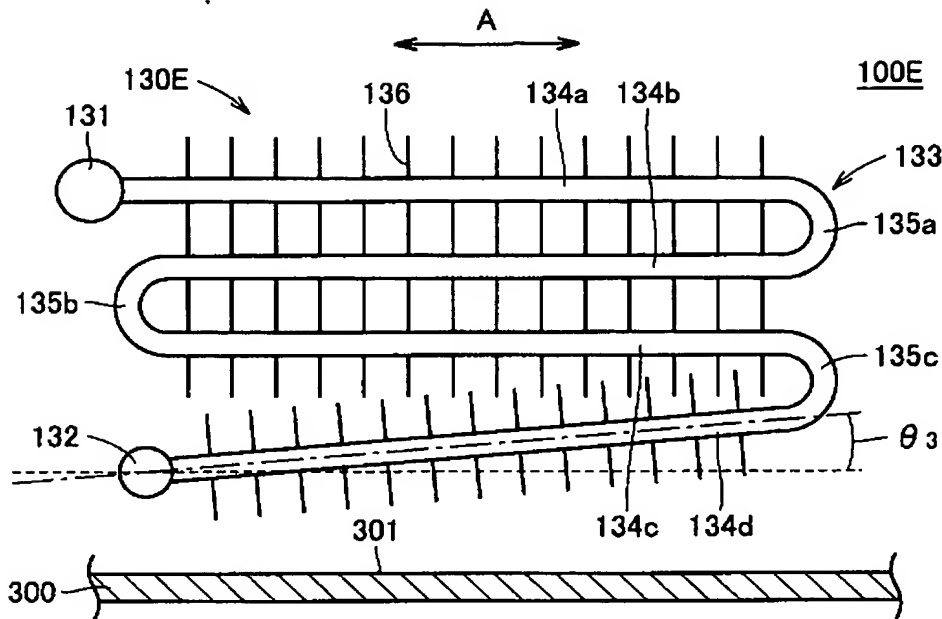
[図8]



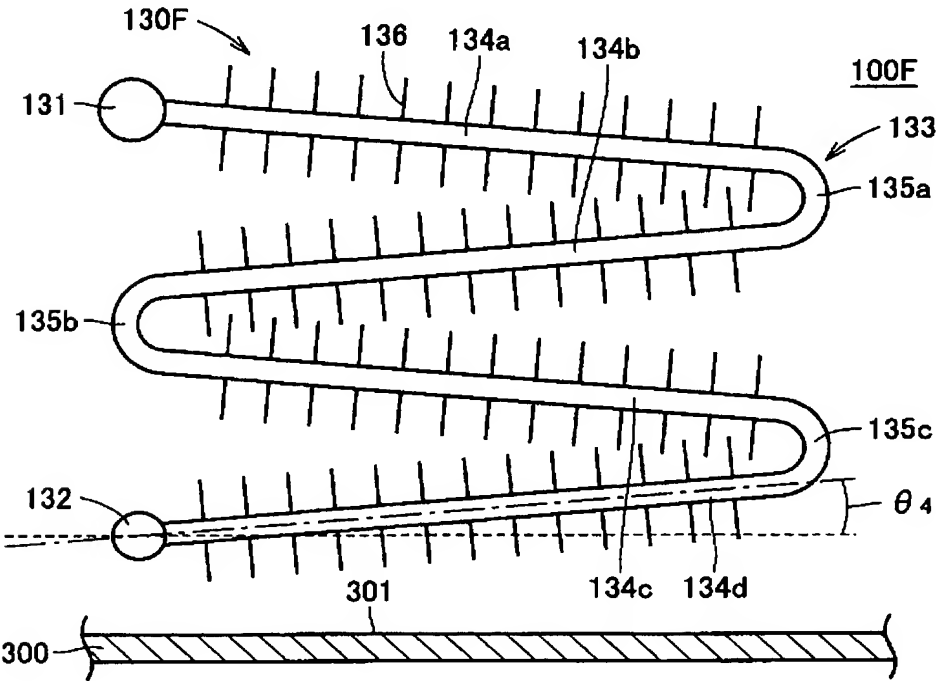
[図9]



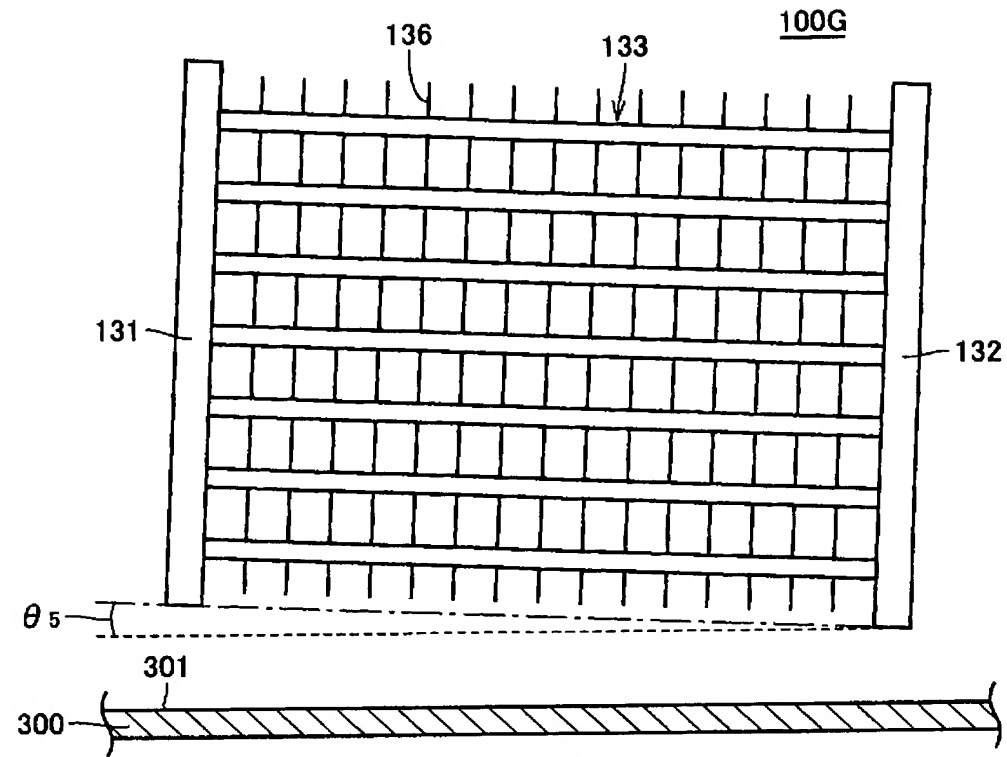
[図10]



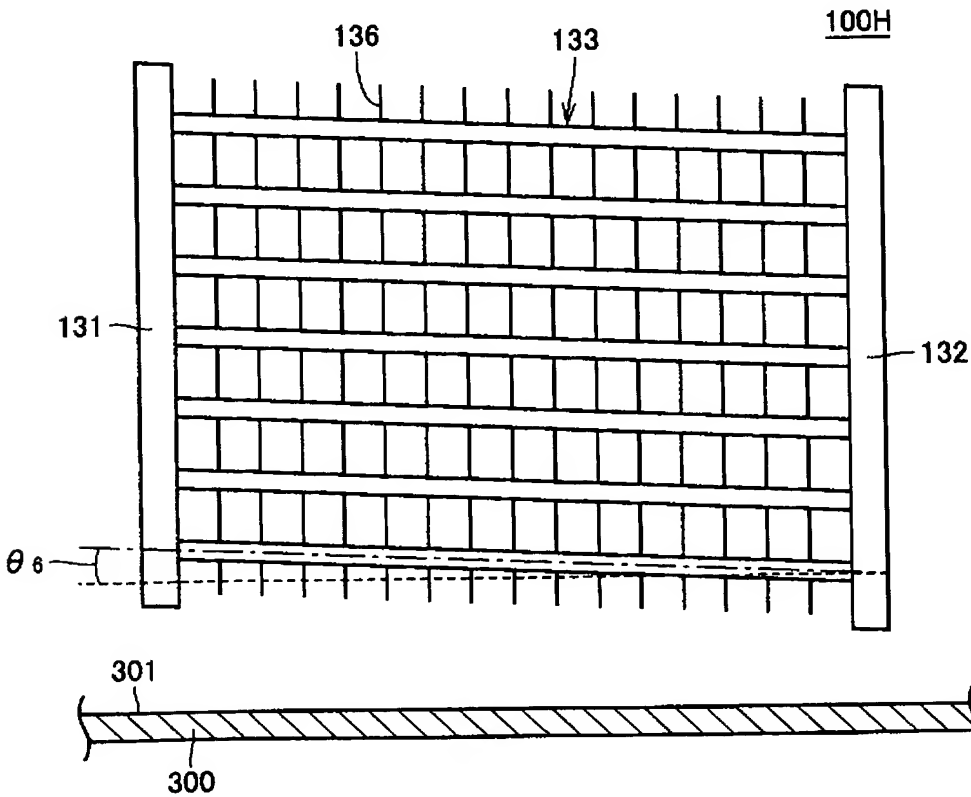
[図11]



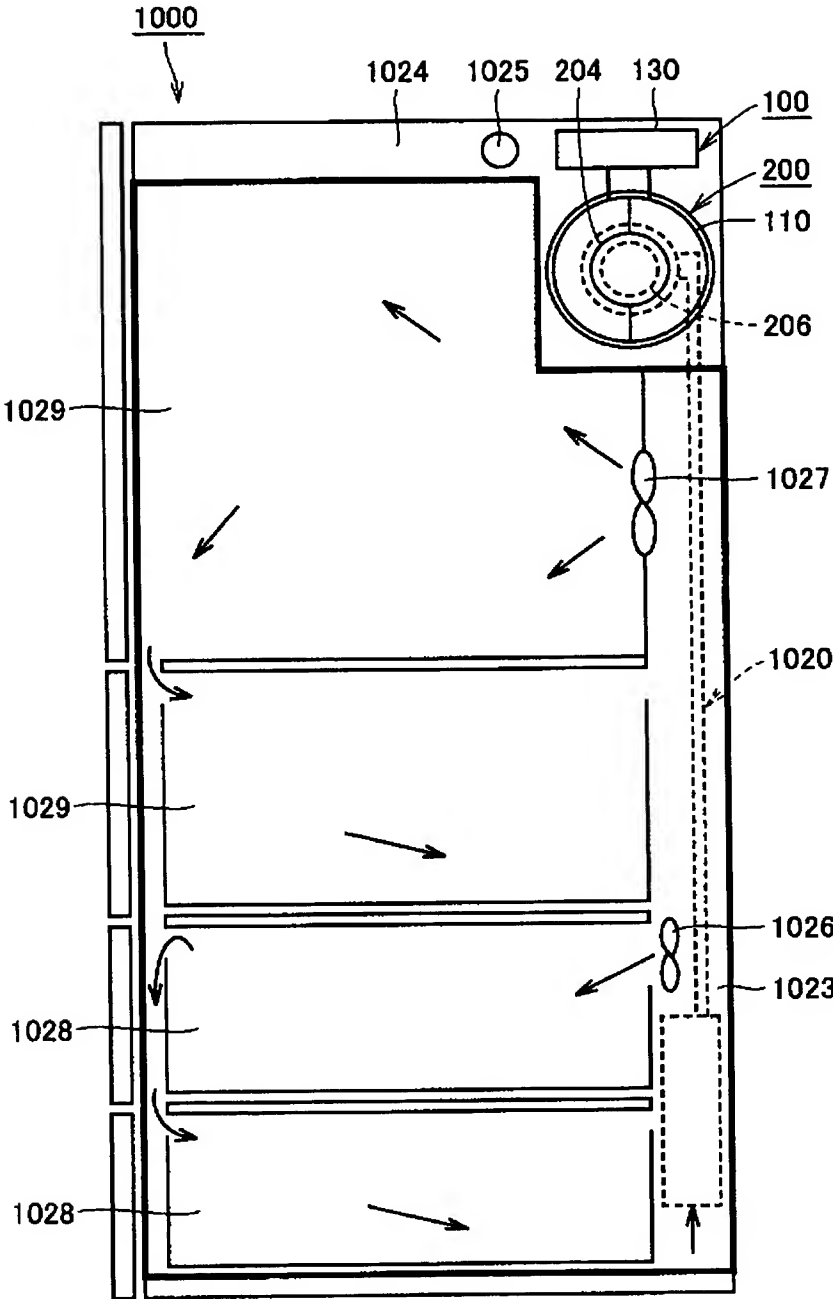
[図12]



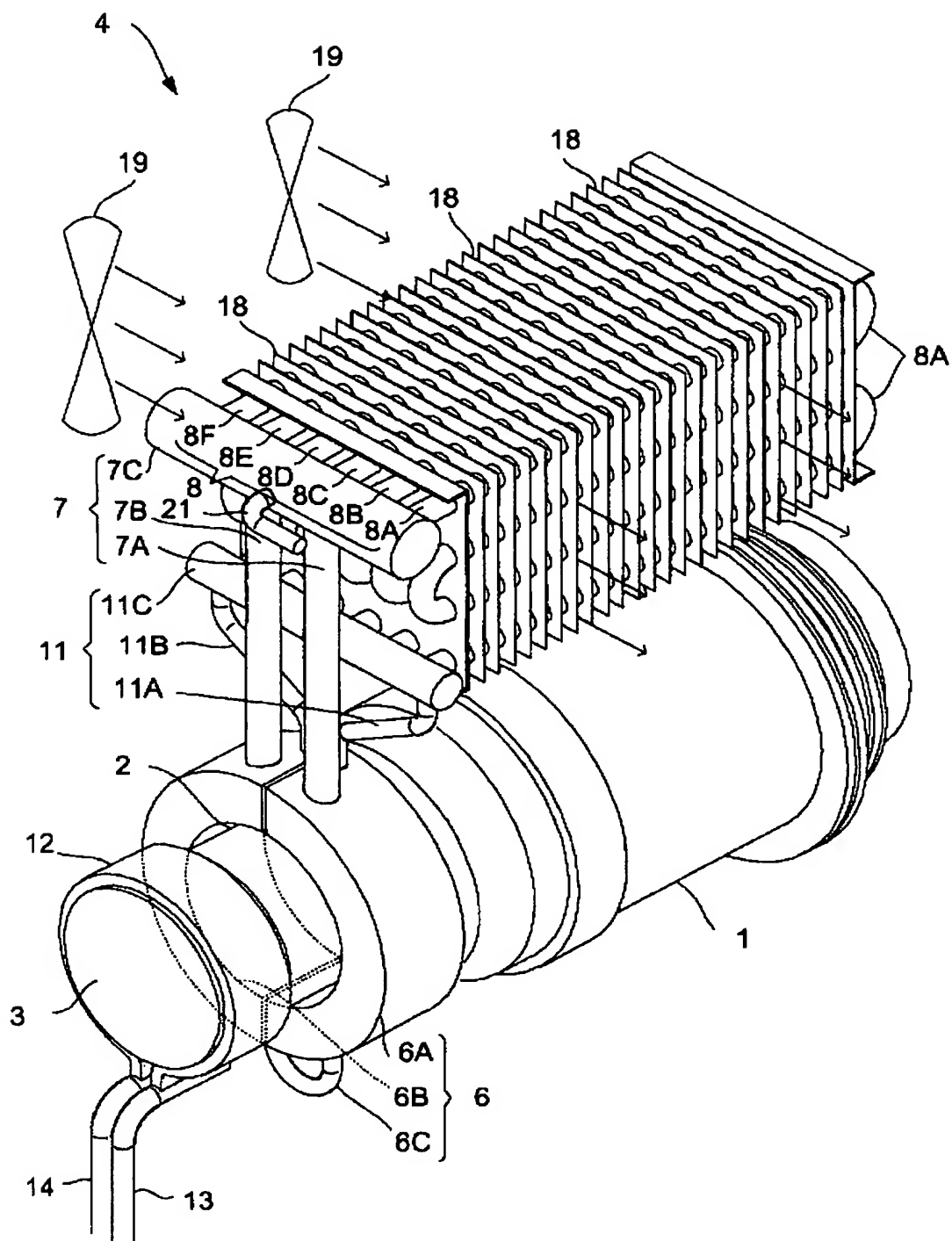
[図13]



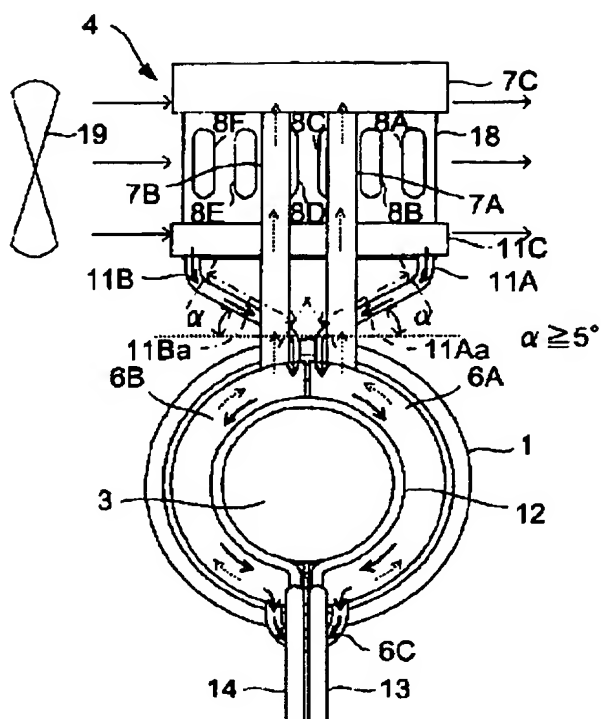
[図14]



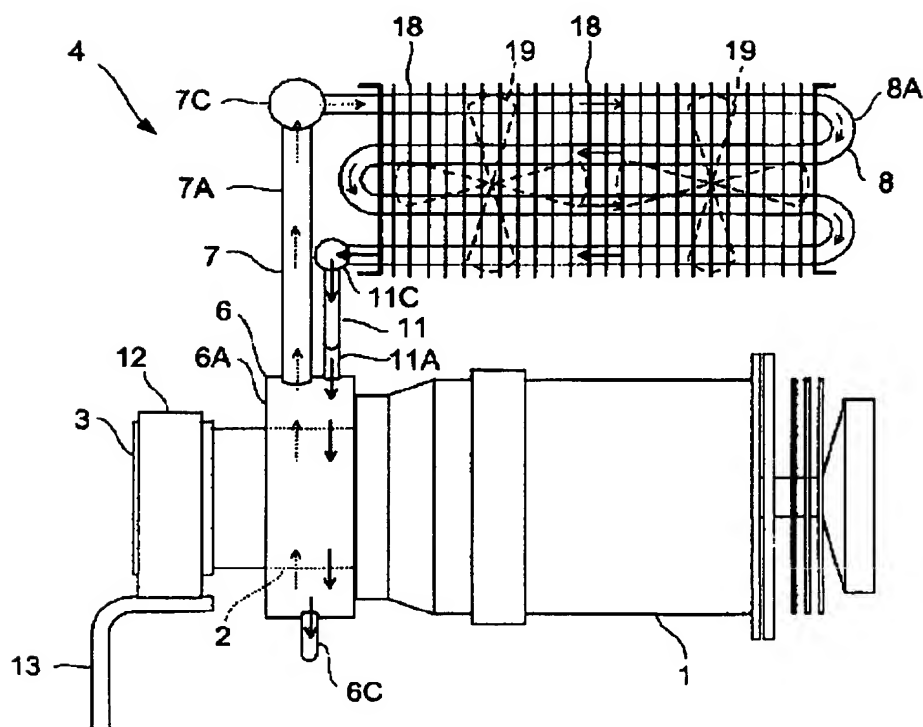
[図15]



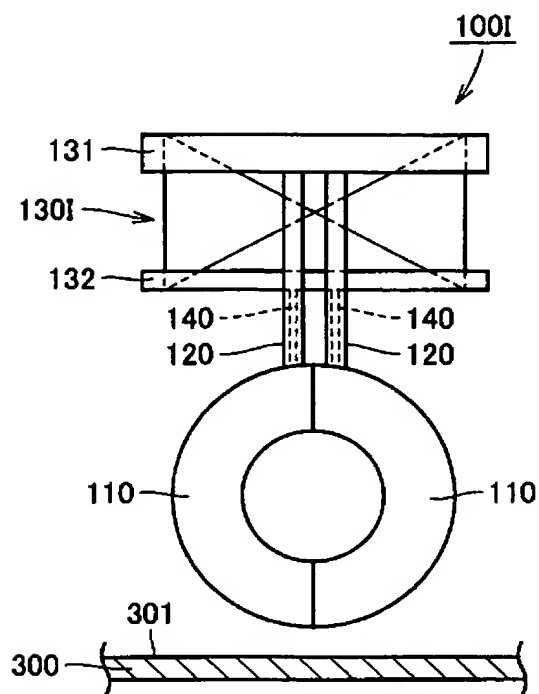
[図16A]



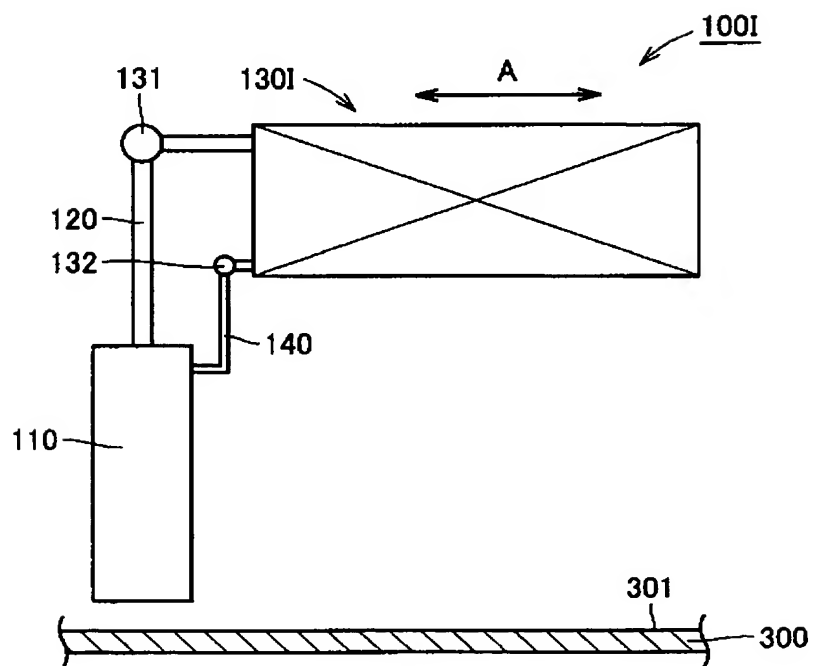
[図16B]



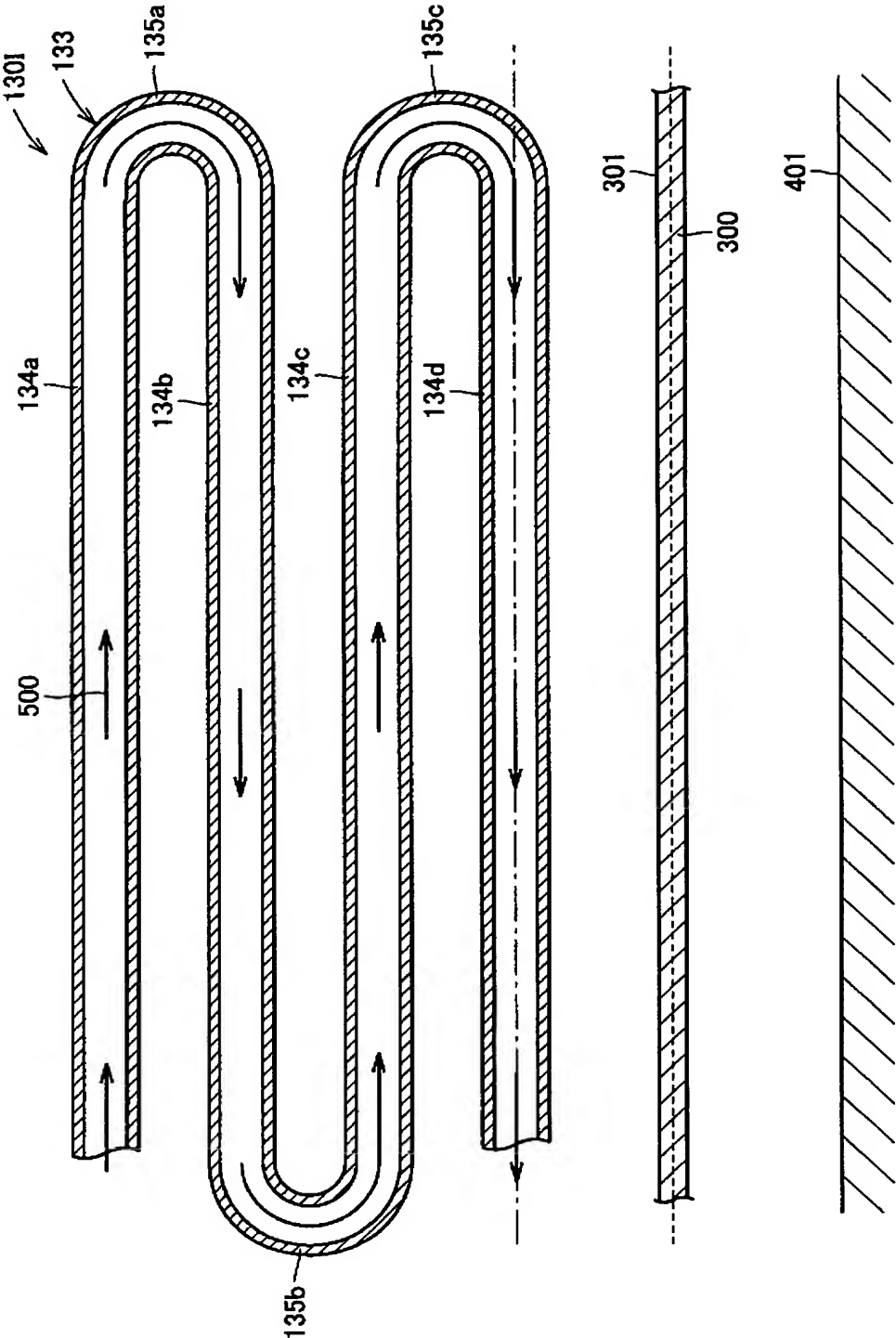
[図17A]



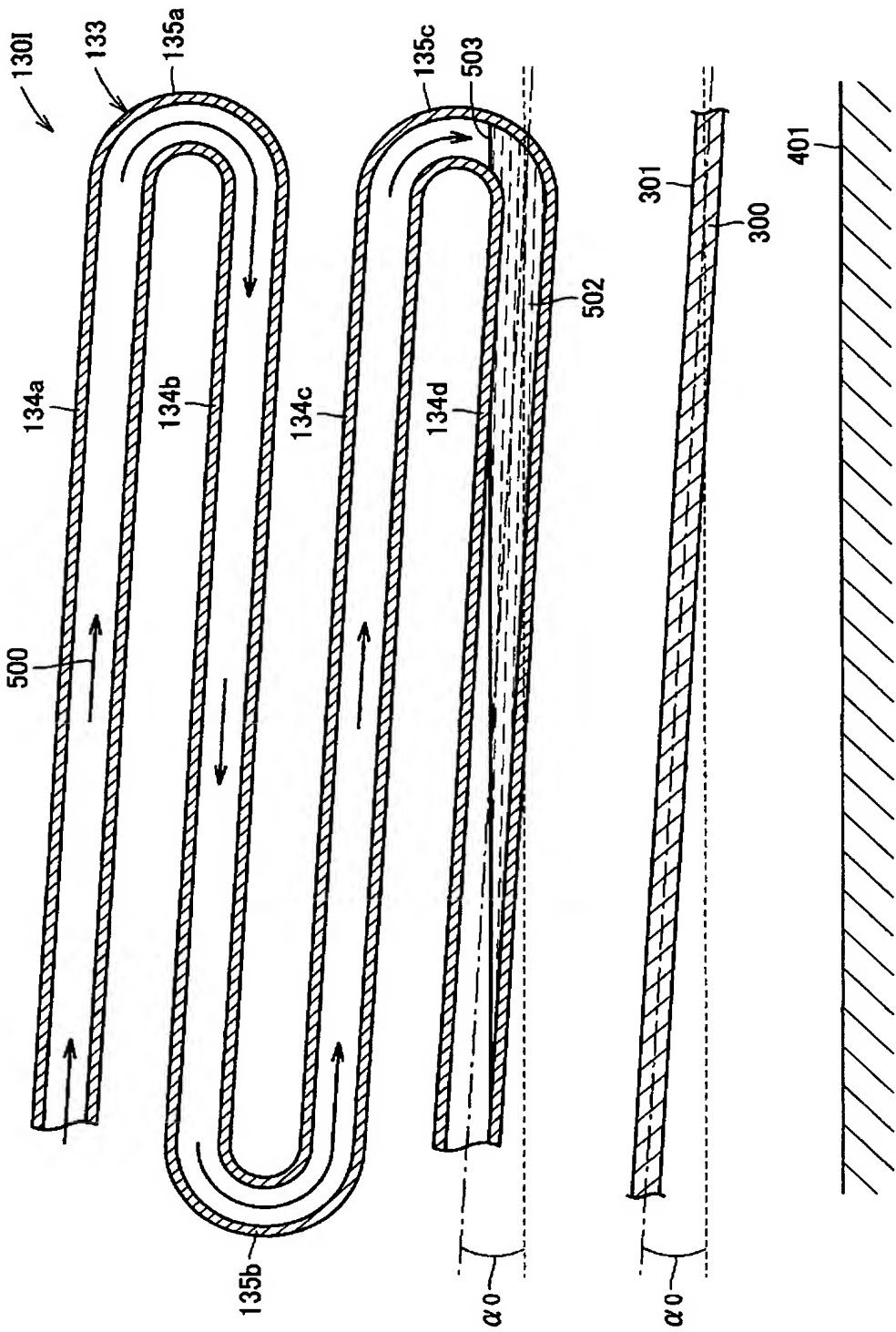
[図17B]



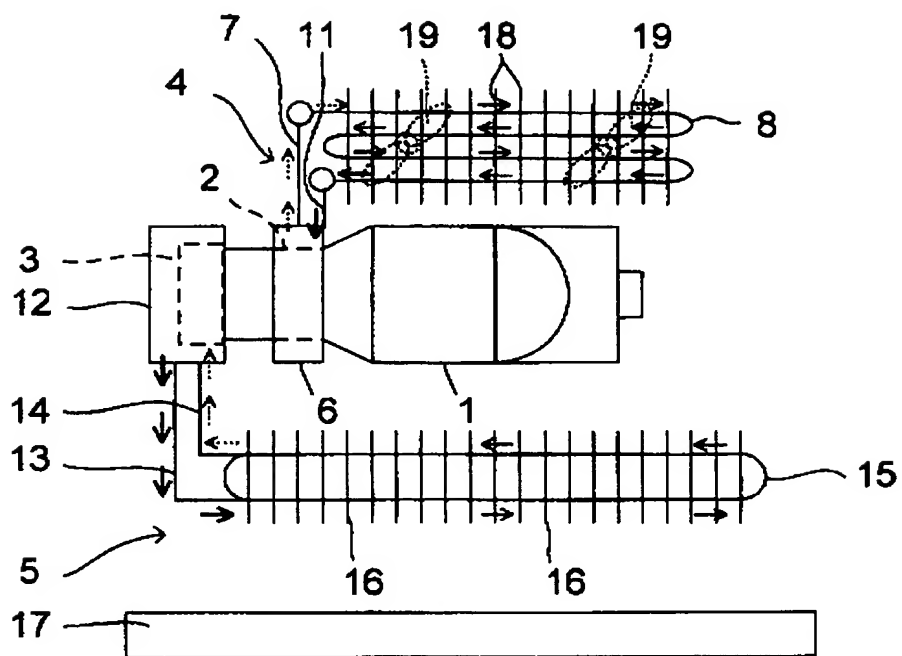
[図18]



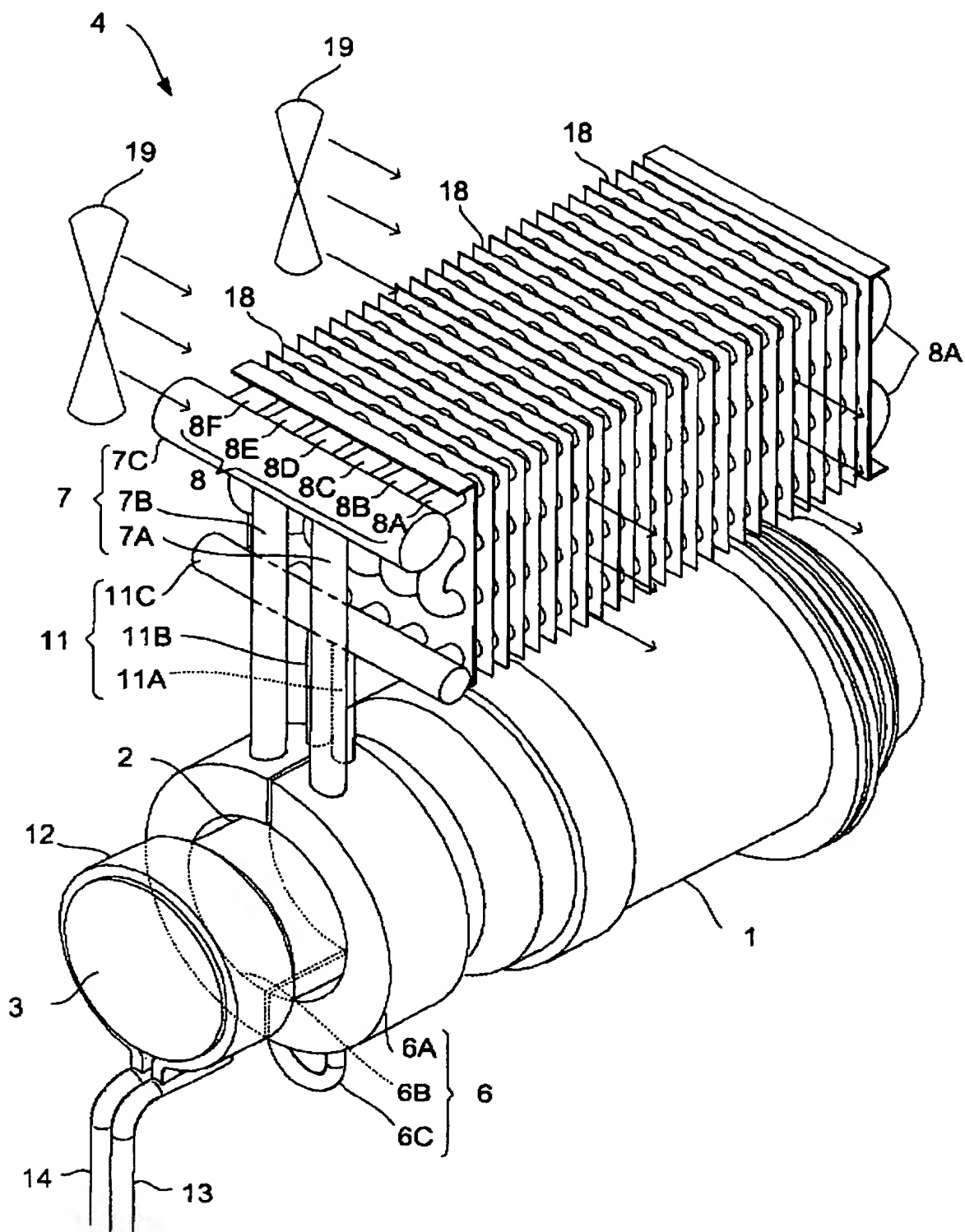
[図19]



[図20]

50

[図21]



[図22]

